Б.Г. Розанов



Живой покров Земли



Лауреат Государственной премии СССР, доктор биологических наук, профессор РОЗАНОВ БОРИС ГЕОРГИЕВИЧ заведует кафедрой общего почвоведения Московского государствениого университета им. М. В. Ломоиосова и является вице-президентом Всесоюзного общества почвоведов при Академии иаук СССР.

В 1956 г. ои был направлеи в Бирму. Под его руководством была составлеиа первая почвеиная карта Бирмы, организоваио существующее до сего времени в Раигуне Бюро по использоваиию земель Бирмы, подготовлены местиые кадры бирманских почвоведов. После возвращения в 1960 г. ои возглавил крупиую экспедицию МГУ по картированию почв колхозов и совхозов Смолеиской и Ульяиовской областей.

С 1969 г. начался иовый этап его деятельиости, продолжающийся до сего временн: изучение изменеиий почв в условиях орошаемого земледелия, прежде всего чериоземов. Эти исследования привели к развитию нового направлеиия в почвоведении — экологомелноративиого. В 1976 г. его пригласили в Секретариат Программы ООН по окружающей среде готовить Всемирную конференцию по опустыииванию. Разработанный им проект плаиа по борьбе с опустыниваинем был приият конференцией и утвержден Генеральной ассамблеей ООН в качестве международной программы.

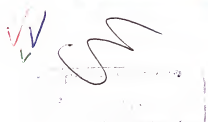
Б. Г. Розанов

Библиотечка
Детской
энциклопедии



Живой покров Земли







Москва
«Педагогика» 1989

ББК 40.3
Р64

Рецензент
И. С. Кауричев,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Розанов Б. Г.
Р64 Живой покров Земли. — М.: Педагогика, 1989. — 128 с.: ил. — (Б-чка Дет. энциклопедии «Ученые — школьнику»). 35 коп.

Кинга известиого советского учеиого, доктора бнологических иаук, вице-президента Всесоюзного общества почвоведов, профессора Б. Г. Розанова посвящена одной из актуальиейших иаучных проблем — рациональному использованию почвы. Школьникн узнают о ее важной роли в жизни людей, о том, что делают ученые-почвоведы для увеличения производства продуктов питания.

Для старшеклассинков.

Р $\frac{4306000000(4802000000)-012}{005(01)-89}$ 87—89 ББК 40.3

ISBN 5-7155-0158-X

К читателю

Эту книгу о почве я хочу начать с драматического события. Около 20 лет назад небывалая по своей силе засуха поразила одновременно многие страны мира. Больше всех пострадала Африка. К югу от пустыни Сахары миллионы голов скота погибли от безводья и бескормицы, выгорели засеянные поля. Тысячи людей умирали от жажды и голода. Особенно много умерло детей.

Пустыня показала свой грозный нрав, резко усилилось ее наступление на окружающие земли: засыпанные песком поля и поселения, высохшие колодцы, выгоревшие пастбища, спекшаяся как камень и растрескавшаяся земля.

Человек переоценил свои силы, неразумно использовал имеющиеся в природе ресурсы, и прежде всего почву, от устойчивости которой зависит жизнь на Земле.

В 1977 г. Генеральная ассамблея ООН приняла Всемирный план действий по борьбе с опустыниванием.

Прошло 10 лет, а в 1987 г. в нашей стране — в степях Калмыкии резко усилилось наступление пустыни: пришли в движение пески. И причина та же: неумение обращаться с природой, незнание ее законов, незнание почвы. В результате погибли миллионы овец. О том, что Калмыкии грозит катастрофа, ученые предупреждали уже несколько лет назад, проанализировав состояние почв республики; говорилось о том, что почвы Калмыкии не смогут выдержать все растущие нагрузки. Почвенные карты показывали приближавшуюся опасность, но хо-

зяйственники не слушали, считая, что ученые переоценивают угрозу.

Помните красивую, очень поэтичную повесть К. Г. Паустовского «Колхида», в которой описано, как инженер-мелиоратор Габуния мечтал превратить гнилые болота Колхиды в цветущий сад? С тех пор прошло полвека, а Колхида хоть и немного осушена, но цветущим садом пока не стала. И климат благодатный: солнца, тепла, дождя хоть отбавляй. Все условия, казалось бы, есть. Но вот почва... Очень уж трудные почвы в Колхиде, не просто превратить их в плодородную землю. Не один десяток лет работает на опытной станции в г. Поти почвовед Александр Виссарионович Моцерелия. Много сил потратил он на изучение местных природных условий, создавая особые, «колхидские» приемы мелиорации почв, одни из которых очень трудно поддаются осушению, а другие имеют на небольшой глубине столь плотные железистые прослои, что их нужно взрывать динамитом, прежде чем пустить плуг на поле. Сейчас, после многих лет кропотливых исследований, начинается новый этап освоения Колхиды.

Зачем нужны знания о почве?

Сельскому школьнику, если он собирается продолжить дело своих отцов и дедов, без знания почвы не обойтись, где бы он ни трудился — в земледелии, животноводстве, лесном или садовом хозяйстве, мелиорации. А городскому школьнику эти знания зачем? Оказывается, тоже нужны: если он хочет стать инженером-строителем, химиком или экономистом.

В наше время человеку, где бы он ни жил и чем бы ни занимался, нужно очень много знать, в том числе и о природе, в которой и за счет которой он живет. Сегодняшний школьник — активный труженик завтра. Он выбирает свою дорогу в жизни. Почвоведение — одна из возможных дорог. Может быть,

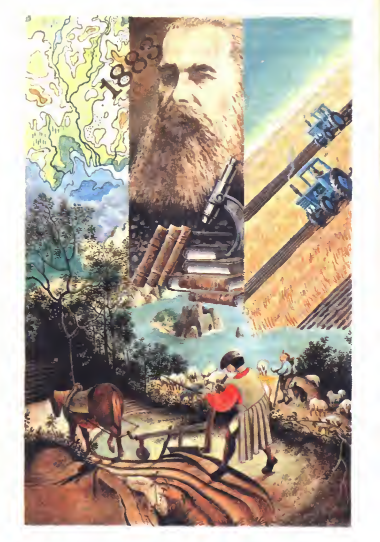
кто-то из школьников, прочитав эту книгу, захочет стать почвоведом, найдет свое жизненное призвание.

Мы расскажем вам о том, что такое почва и как она образовалась на земной поверхности; какие она имеет особенности и как их использовать в жизни. Вы узнаете о современном состоянии почвы и экологических проблемах, возникших в результате неразумного ее использования, о том, как повысить плодородие почвы и как предотвратить его падение, как вырастить урожай на бесплодной почве, что будет с биосферой планеты и человечеством, если разрушится ее почвенный покров.

Как родилась наука о почве

Днем рождения почвоведения считается 10 декабря 1883 г., когда в Санкт-Петербургском университете выдающийся русский естествоиспытатель Василий Васильевич Докучаев блестяще защитил докторскую диссертацию, совершившую революционный переворот в науке. Ученый убедительно показал, что почва — это особое природное тело, такое же самостоятельное, как минералы, растения, животные, вода и воздух.

Диссертация В. В. Докучаева была посвящена судьбе русских черноземных степей, охваченных страшной болезнью истощения: падением почвенного плодородия, разрушением почвы. После сильной засухи 1891 г., когда голодающие, нищенствующие крестьяне буквально заполонили дороги России, В. В. Докучаев написал книгу «Наши степи прежде и теперь» «в пользу пострадавших от неурожая». В ней он показал, что сплошная распашка степей, уничтожение природной растительности, в том числе лесов по долинам больших и малых рек, стремление до конца использовать плодородие почвы, на-


1883

копленное тысячелетиями, постепенно и неотвратимо вело к катастрофе. Он предложил обширный план преобразования природы степей в целях спасения и охраны национального богатства страны — русского чернозема. Этот план включал разумное соотношение площадей пашни, лугов и леса, борьбу с ростом оврагов, создание полезащитных лесных полос, строительство прудов в балках, защиту почв от смыва и развевания.

В своих научных исследованиях В. В. Докучаев не только вскрыл причины плохого состояния русского чернозема, но, решая эту жизненно важную для страны проблему, обосновал главные теоретические положения новой науки — почвоведения.

Корни почвоведения, как и многих других наук, уходят в глубокую древность и связаны с постепенным развитием земледелия и накоплением человеком знаний о почве. Как сказал К. А. Тимирязев, культура поля и культура людей развивались вместе.

В древних царствах Египта, Месопотамии, Средней Азии, Китая, Индостана, Центральной Америки в связи с возникновением собственности на землю и рабовладения появилась необходимость оценивать почвы по их качеству. Потребовались знания почвенных свойств и процессов для развития орошаемого земледелия. О разном качестве почв были сделаны записи в древних египетских папирусах. В XVIII в. до н. э. царь Вавилонии Хаммурапи издал первый известный в истории письменный закон о воде и земле, предусматривавший, в частности, наказание тех, кто портит почву и не заботится о ее плодородии.

Много сведений о почвах содержалось в трактатах древних греков и римлян, написанных за 800 лет, с IV в. до н. э. по IV в. н. э. Впервые систематизиро-

Обложка первого издания
книги В. В. Докучаева
«Русский чернозем».

В. В. ДОКУЧАЕВЪ.

РУССКІЙ ЧЕРНОЗЕМЪ

съ почвенною картою и 12-ю рисунками въ текстѣ.



Изданіе Императорскаго Вольнаго Экономическаго Общества

С.-ПЕТЕРБУРГЪ

Типографія Декләрона и Евдокимова. Большая Итальянская ул., домъ № 11.

1883.

Обложка первого издания книги В. В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь». Изображенный на обложке стрепет — символ плодородия бывших когда-то целинных степей черноземной России.

Профессоръ В. В. Докучаевъ

НАШИ СТЕПИ

ПРЕЖДЕ и ТЕПЕРЬ.

ИЗДАНІЕ ВЪ ПОЛЬЗУ ПОСТРАДАВШИХЪ ОТЪ НЕУРОЖАЯ



С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія Е. Евдокимова. Б. Итальянская № 11
1892.

вали знания о почвах Аристотель, Феофраст, Катон Старший, Плиний Старший; классификацию почв попытался создать римский писатель и агроном Колумелла, а география почв была описана древнегреческими историками и географами Геродотом и Страбоном; об общих свойствах почв много писали римские поэты Вергилий, Лукреций.

Вот слова Тита Лукреция Кара (I в. до н. э.) из его философской поэмы «О природе вещей»:

Из ничего, словом, должно признать, ничего не родится,
Ибо все вещи должны иметь семена, из которых
Выйти могли бы они и пробиться на воздух прозрачный.
И, в заключение, раз почва полей обработанных лучше
Дикой земли и дает она пахарю лучшие всходы,
То, очевидно, начала вещей обретаются в почве;
Мы же, ворочая в ней сошником плодородные глыбы
И разрыхляя земельный покров, побуждаем их к жизни...
Из одного состояния земля переходит в другое.
Прежних нет свойств у нее, но есть то, чего не было прежде.

Греко-римская античная эпоха расцвета наук на много столетий сменилась средневековым застоем, когда великих ученых, пытавшихся познать окружающий мир, объявляли еретиками, колдунами, сжигали на кострах. Средневекового феодала не интересовало плодородие почвы, на которой работал его крепостной крестьянин. Эпоха Возрождения принесла новый расцвет наук. Знания стали записываться в книгах. Ломоносов в России, Бэкон в Англии, Валлериус в Швеции разрабатывали гипотезы о природе плодородия почвы. Развитие капитализ-

Александр Гумбольдт (1769—1859). Гравюра с картины Вейча.



ма в XVIII—XIX вв. привело к бурному накоплению новых знаний о почвах, изучению минерального питания растений. Они нашли отражение в трудах Тэера, Либиха, Буссенго, Вольни — в Западной Европе; Болотова, Комова, Павлова, Веселовского, Севергина — в России. В земледелии стали широко применяться минеральные удобрения, за счет чего резко выросли урожаи сельскохозяйственных культур. Но в то же время капиталистический способ хозяйствования принес истощение и разрушение почв, падение их плодородия. Потребности развития земледелия, борьба с истощением почв и голодом привели к возникновению новой науки — почвоведения.

С поразительной гениальностью В. В. Докучаев определил будущее развитие учения о биосфере, которое было разработано академиком В. И. Вернадским   учеником и последователем В. В. Докучаева. Еще в 1899 г. В. В. Докучаев писал, что «в последнее время все более и более формируется и обособляется одна из интереснейших дисциплин в области современного естествознания, именно о тех многочисленных и разнообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемыми живой и мертвой природой, между а) поверхностными горными породами, б) пластикой земли, в) почвами, г) наземными и грунтовыми водами, д) климатом страны, е) растительными и ж) животными организмами (в том числе и даже главным образом низшими) и человеком, гордым венцом творения... ближе всего к упомянутому учению, составляя, может быть, главное центральное ядро его, стоит (не обнимая, однако, его вполне) новейшее почвоведение, понимаемое в нашем, русском смысле слова».

Именно идеи В. В. Докучаева привели впослед-

Педосфера в системе земных геосфер — узел связей.



ствии к развитию биогеохимии, ландшафтоведения, биогеоценологии, современной экологии. Предшественником В. В. Докучаева в комплексном экологическом подходе к изучению природы был немецкий натуралист Александр Гумбольдт.

Взаимопереплетение разных наук в единой системе (см. рис. на с. 15) — характерная особенность нашего времени. Кроме того, появились интегральные науки, требующие знания о природе в целом. Уже сейчас на наших глазах формируется отрасль знания, требующая объединения естествознания, или природоведения, и социально-экономических наук, или обществоведения, — наука об окружающей среде. Почвоведение в этой системе занимает свое достойное место.

Особое природное тело

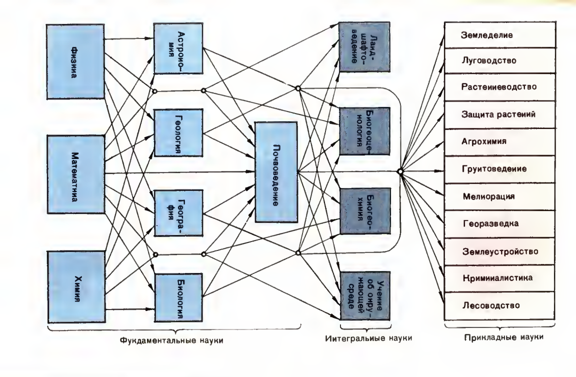
Что такое педосфера. Если разделить все существующие в природе тела на живые (растения, животные, микроорганизмы) и мертвые, или косные (минералы и горные породы), то почва среди них займет промежуточное положение. Она не живое, но и не мертвое природное тело, а такое, которое В. И. Вернадский назвал биокосным геобиологическим образованием.

В чем же особенности почвы как биокосного тела?

Если вырыть небольшую яму на лугу, можно узнать, как устроена почва, из чего она состоит. Мы увидим, что это темноокрашенная «землистая» масса, постепенно светлеющая с глубиной. Темный, иногда даже черный цвет ей придает особое органическое вещество — почвенный гумус. Если прокалить почву, она станет красной, желтой, белой: гумус сгорит — и почва станет подобна кирпичу. Хлопья или сгустки органического вещества обволакивают песчинки и более мелкие пылеватые или глинистые частички, прочно связывая их в комочки разных размеров и форм. Часть органических веществ химически соединяется с минеральными, образуя особые органо-минеральные вещества. Таким образом, почва — это сложная смесь минеральных, органических и органо-минеральных веществ.

Почва густо переплетена корнями растений. В верхней части, в дернине, их столь много, что корни просто невозможно отделить от собственно почвенной массы даже при многократном сильном встря-

Место почвоведения
в системе естествознания.


Физика
Математика
Химия
Астроно-
мия
Геология
Геогра-
фия
Биология
Почвоведение
Ланд-
шафто-
ведение
Биогеоце-
нология
Биогео-
химия
Учение
об окру-
жающей
среде
Земледелие
Луговодство
Растениеводство
Защита растений
Агрохимия
Грунтоведение
Мелиорация
Георазведка
Землеустройство
Криминалистика
Лесоводство
Фундаментальные науки
Интегральные науки
Прикладные науки

хивании. Чем ниже, тем корней становится меньше, а где-то на глубине 60—70 см они совсем исчезают. Кроме корней мы отметим дождевых червей, всевозможных насекомых, их личинок, многочисленные следы их деятельности. Встречаются ходы или норы живущих в почве мышей, кротов в лесной зоне; тушканчиков, сусликов, байбаков в степях и полупустынях; можно встретить следы обитания и более крупных животных, вроде лисы или зайца.

Если рассмотреть маленькую крупинку почвы под микроскопом, капнув на нее воды, картина откроется поистине фантастическая: масса микроскопических грибов, водорослей, бактерий, амеб, беспорядочно снующих туда и сюда инфузорий. В каждом кубическом сантиметре почвы содержится несколько миллионов одноклеточных существ. Их нельзя отделить от остальной почвенной массы. Они составляют ее неотъемлемую часть — живую фазу почвы. Без всех этих организмов почва мертва и не может выполнять свои многообразные биосферные функции. Вот потому-то она и называется биокосным телом, особым телом природы.

Почва покрывает сплошной оболочкой всю сушу земного шара (исключая, конечно, ледники Арктики, Антарктики и ряда высокогорных пиков) и дно мелководий по морским побережьям, в озерах и водохранилищах. Почвенную оболочку Земли называют педосферой, по аналогии с другими геосферами. Она выполняет роль земной геомембраны, в какой-то степени аналогичную роли биомембран живых существ. Это своеобразная кожа Земли, через которую осуществляется постоянный обмен веществом и энергией между геосферами планеты — атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами биосферы. Геомембрана регулирует этот обмен, пропуская одни вещества или энергетические потоки, отражая



или задерживая, поглощая другие.

Учение о почве как геомембране и неотъемлемой части биосферы — это достижение советского почвоведения, причем развитое в самые последние годы на основании исследований крупных советских ученых-академиков В. И. Вернадского, Б. Б. Полынова, В. А. Ковды. Это учение сейчас положено в основу всех больших международных проектов исследований общепланетарной системы Земли и ее изменений под влиянием деятельности человека. Какие функции выполняет почва? Какова ее роль на планете?

Во-первых, это обеспечение жизни на Земле. При образовании почвы из горных пород в ней накапливаются нужные организмам химические элементы. Именно из почвы растения, а через них животные и человек получают необходимые элементы минерального питания и частично воду для создания своей биомассы. Осуществлять эту функцию почва может благодаря особому свойству — почвенному плодородию, способности регулярно снабжать растения водой, элементами минерального питания и одновременно создавать благоприятные условия для их жизни. Этим плодородная почва отличается, по словам академика В. Р. Вильямса, от бесплодного камня. Природные почвы различны по своему плодородию: есть очень плодородные (черноземы), а есть и бесплодные (солонцы, или солончаки). Человек научился регулировать почвенное плодородие и даже превращать бесплодные почвы в плодородные, орошая пустыни, осушая болота, вымывая соли из солончаков. Благодаря плодородию почва стала основным средством сельскохозяйственного производства, дающим разнообразную биологическую продукцию для нужд человека: продукты питания, сырье для промышленности.

Во-вторых, это поддержание постоянного взаимо-

действия большого и малого круговоротов веществ на земной поверхности. Малый круговорот — биологический: растения берут из почвы элементы минерального питания (фосфор, калий, кальций и др.), которые через ряд промежуточных стадий (растения — животные — микроорганизмы) опять возвращаются в почву при разложении отмирающих организмов. Часть веществ выносится из почвы атмосферными осадками в грунтовые воды, ручьи, реки и в конечном счете в океан. Из них образуются морские осадочные горные породы, которые в геологической истории Земли после глубинных преобразований опять могут выйти на поверхность, подвергнуться вновь разрушению и дать начало новым почвам. Это большой геологический круговорот веществ. Почва связывает два круговорота воедино.

В-третьих, почва регулирует химический состав атмосферы и гидросферы. Она, как губка, вся пронизана порами и благодаря этому постоянно обменивается различными газами с приземной атмосферой: поглощает кислород, выделяет углекислый газ. Это так называемое дыхание почвы. Обменивается почва с атмосферным воздухом метаном, аммиаком, водородом, сероводородом. Особенно много метана выделяется на болотных почвах, а сероводорода — на рисовых полях в ночные часы. Химический состав грунтовых, речных, озерных вод — это тоже следствие почвенных процессов. Растворенные вещества и тонкая взвесь — это то, что вынесено из почвы. Отдает она отнюдь не все. Часть веществ удерживается благодаря так называемой поглотительной способности почвы.

В-четвертых, почва регулирует биосферные процессы, в частности плотность живых организмов на Земле. Почва не только обладает плодородием, но и имеет свойства, неблагоприятные для жизни тех

или иных организмов. Она может быть слишком плотная, слишком кислая или, наоборот, щелочная, слишком бедная элементами питания или слишком богатая, слишком сухая или слишком влажная. География растений неразрывно связана с географией почв.

В-пятых, это накопление на земной поверхности активного органического вещества (гумуса) и связанной с ним химической энергии. Живое органическое вещество неустойчиво, оно быстро разрушается, минерализуется после отмирания организмов. Часть его превращается в гумус и надолго (на сотни и тысячи лет) сохраняется, обеспечивая почвенное плодородие, потому что именно гумус позволяет почве удерживать элементы питания в доступной растениям форме.

Все эти функции почвы проявляются различно в разных точках планеты — в тундре или тайге, в степи или в пустыне, в лесу или в поле, но из маленьких ручейков конкретных почвенных процессов образуется общий мощный процесс глобального функционирования почвенной оболочки планеты, ее педосферы.

Результат развития жизни. Почва не первозданное тело природы, а продукт длительного исторического развития. Разрушить почву неразумным ее использованием можно очень быстро, а для ее создания природе требуются тысячелетия. Можно, конечно, искусственно создать какую-то почву и быстрее, скажем за несколько лет, но, во-первых, не на большой площади, а во-вторых, если она и сможет давать урожаи, то не будет выполнять свои глобальные гидросферные и атмосферные функции.

Вопрос о том, как образовалась почва и что она собой представляет, издавна интересовал людей. Точ-

иый иаучный ответ иа него дал В. В. Докучаев, создавший совремеиную теорию почвоведения. Ои определил пять факторов почвообразоваиия (материиская гориая порода, растительиые и животиые оргаиизмы, климат, рельеф местности и время), в результате взаимодействия которых формируется почва.

Как же развивается почва? Это хорошо видно иа камеиистых склонах гор или в искусствеииых карьерах. Процесс почвообразования иачииается с момеита поселеиия оргаиизмов иа поверхиости горией породы. Это могут быть и скальиые плотиые гориые породы — гранит, базальт, известняк, и рыхлые иаиосы продуктов разрушеиия (выветриваиия) скальных пород — речиые, озериые, морские, ледниковые, эоловые (перенесеииые ветром) отложения. Первыми иа бесплодной породе поселяются микробы. Под их воздействием иа поверхиости породы постепеиио образуется тонкий слой мелкозема, обогащеииый азотом (его не было в исходиой породе) и другими элементами (скоицентрироваииыми микрооргаиизмами), органическим веществом. Постепеиио поселяются и более требовательиые к условиям жизии оргаиизмы. На плотиых скальных породах бактерии сменяются последовательио одиоклеточиыми водорослями, грибами, лишайииками, мхами и, иакоиец, травами и деревьями.

Охватывая своими кориями большую толщу выветривающейся материиской породы, растеиия черпают из нее элементы мииеральиого питания. После отмираиия растеиий и разложеиия растительиых остатков эти элемеиты концеитрируются в поверхностных слоях и закрепляются образующимся здесь новым, присущим только почве оргаиическим веществом — гумусом. При этом разрушаются первичные миие ралы гориой породы, такие, как полевые

шпаты, слюды и другие, и образуются новые, почвенные минералы.

Постепенно (в природе процесс длится тысячелетия), под воздействием ярусного расположения корней растений, вертикального потока тепла от поверхности вглубь, просачивающейся вниз воды атмосферных осадков, однородная материнская горная порода превращается в новое образование, разделенное на отличающиеся один от другого горизонтальные слои, или генетические почвенные горизонты.

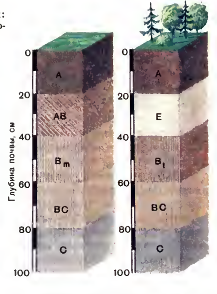
В геологической истории Земли этот процесс неоднократно прерывался в разных местах: суша становилась морским дном, а морское дно — сушей; на месте равнин возникали горы, а горные хребты постепенно превращались в равнины. Многие миллионы лет развивалась земная поверхность, а вместе с ней и земные организмы. Древние почвы, существовавшие в прошлые геологические периоды, были не такими, какими мы их знаем сейчас. Но общая схема процесса сохранялась. Современные почвы — это продукт длительного развития биосферы Земли.

Структурная организация. Всякая природная почва — это система генетических горизонтов, т. е. вертикальная колонка слоев, последовательно сменяющих друг друга сверху вниз и образующих вместе почвенный профиль.

Различают два типа строения почвенного профиля: недифференцированный и дифференцированный (см. рис. на с. 23).

В недифференцированном (обычном) профиле генетические горизонты постепенно сменяют друг друга сверху вниз: A — темный, часто черный или темно-серый горизонт накопления гумуса; B — переходный по свойствам горизонт изменения мате-

Схемы строения почвенного профиля: *1* — недифференцированный профиль, *2* — дифференцированный профиль.

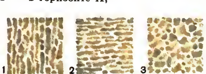


ринской породы; С — слабо затронутая почвообразованием материнская горная порода. Таким образом, это профиль типа А—В—С.

Дифференцированный почвенный профиль построен более сложно: под гумусовым горизонтом А имеется осветленный горизонт выноса веществ Е, а еще ниже лежит горизонт В накопления вынесенных сверху веществ; соответственно, это профиль типа А—Е—В—С.

Описанные два типа строения почвы — это схемы. В природе все значительно сложнее: имеются множество видов горизонтов А, Е, В и С и их разнообразные сочетания, некоторые особые типы почвенных горизонтов, например горизонты ожелезнения, отложения солей, гипса, извести, кремнезема,

Схема структуры почвы в разных горизонтах профиля: *1* — в горизонте А, *2* — в горизонте Е, *3* — в горизонте В.



горизонты постоянного переувлажнения в заболоченных почвах, горизонты цементации, переходные по своим свойствам, и т. д.

При образовании почвы из горной породы горизонты формируются сразу, и профиль развивается как единое целое. Поэтому плодородие почвы определяется свойствами не одного какого-то горизонта, например гумусового, а профилем почвы в целом. Часто может быть так, что на поверхности лежит хороший, богатый гумусовый горизонт, а в нижних горизонтах накапливаются водорастворимые соли, ядовитые для растений.

Мощность (глубина) почвенного профиля колеблется в широких пределах: от нескольких сантиметров у примитивных горных или пустынных почв до 1—2 м у большинства почв равнин, а у некоторых почв (тропических) она достигает нескольких метров.

Рассматривая внимательно почвенную массу в пределах какого-то горизонта, можно заметить, что она не сплошная, а состоит из отдельных комочков разной формы — структурных отдельностей, агрегатов. Почва обладает структурой (см. рис. на с. 24). Каждый агрегат состоит из элементарных песчаных, пылеватых, глинистых почвенных частиц, склеенных между собой гумусом, оксидами железа или известью.

В горизонте А структура обычно округлая, ком-

коватая или зернистая; в горизонте E — плитчатая или пластинчатая, а в горизонте B — призмовидная и иногда столбчатая или карандашная.

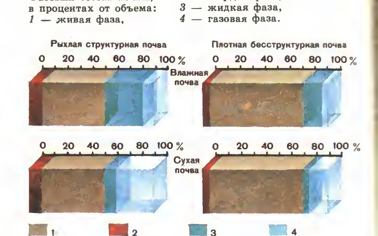
Агрегаты в почве могут быть упакованы рыхло или плотно прилегать друг к другу, но всегда между ними есть свободные промежутки, заполненные водой или воздухом. Внутри агрегатов много различных замкнутых или сообщающихся между собой каналов и трещин, которые составляют 30—50% общего объема почвы.

Профиль, горизонты, структура — это макростроение почвы, видимое невооруженным глазом. Но, как всякое природное тело, почва имеет и микростроение. Если образец природной почвы ненарушенного строения проварить в каком-то способном к застыванию прозрачном веществе, можно в канифоли, а потом из полученного таким путем твердого образца на шлифовальном станке изготовить тонкую пластинку, то, поместив ее под микроскоп, можно увидеть все детали микростроения почвы (см. рис. на с. 26). Под микроскопом хорошо различимы: скелет — отдельные зерна первичных и вторичных минералов; сгустки или натеки почвенного гумуса; неразложившиеся или полуразложившиеся растительные остатки; клетки или колонии микроорганизмов; плазма — тонкодисперсное (состоящее из частиц мельче 0,001 мм) органо-минеральное, органическое или минеральное (глинистое) вещество; поры между твердыми частицами самой разнообразной конфигурации; натечные новообразования по

Микростроение ненарушенного образца чернозема с включением мелкозернистого кальцитового новообразования «белоглазки» в поле сканирующего электронного микроскопа при увеличении: *а*) ×100, *б*) ×200, *в*) ×1000, *г*) ×5000.







Фазовый состав почвы, в процентах от объема:
1 — живая фаза,
2 — твердая фаза,
3 — жидкая фаза,
4 — газовая фаза.

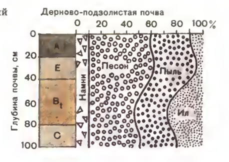
стеикам пор, иапример микроскопические кристаллы кальцита или слоистые глинистые пленки. Каждая почва имеет свое, специфическое микростроеиие, характерное для тех или ииых условий ее образования.

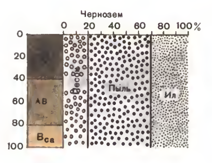
Различаются почвы между собой и по составу, может быть, даже больше, чем по строению.

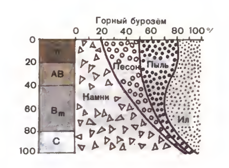
Состав почвы может быть фазовым, гранулометрическим (мехаиическим), химическим, мииералогическим и агрегатиым.

Фазовый состав почв зависит от соотношения между твердыми частицами, их структуриыми агрегатами и порами между ними: чем структуриее почва, тем больше в ией пор, а следовательио, и содержание воды или воздуха. Вспахаииая почва более рыхлая и пористая. Фазовый состав почвы изменяется в зависимости от ее состояиия в тот или ииой

Гранулометрический состав твердой фазы разных типов почв.







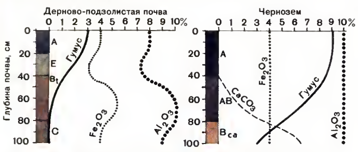
момент (см. рис. на с. 28): разрыхлена она, например, вспашкой или культивацией, либо уплотнена, влажная либо сухая. Меняется он и с глубиной: больше всего пор в верхнем, гумусовом горизонте, поры здесь наиболее крупные, воздухоносные, создающие хорошее проветривание почвы.

Гранулометрический состав почвы — это соотношение в ней твердых частиц разного размера. Почва — это всегда смесь разных частиц, среди которых по величине различают камни (крупнее 3 мм), гравий (1—3 мм), песок (0,05—1 мм), пыль (0,001—0,05 мм), ил (мельче 0,001 мм). Все частицы крупнее 1 мм составляют скелет почвы, а мельче 1 мм — мелкозем. По соотношению частиц разного размера почвы делятся на песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые (см. рис. на с. 29). Песчаные и супесчаные почвы называются легкими, так как их легко обрабатывать, а суглинистые и глинистые — тяжелыми.

Химический состав почв различается в разных природных условиях. Во влажных тропиках и субтропиках почвы обогащены оксидами железа и алюминия и содержат очень мало калия, натрия, кальция, магния. В пустынях и полупустынях они обогащены карбонатами кальция, сульфатами кальция и натрия, хлоридом натрия. Песчаные почвы очень богаты кремнеземом, поскольку песок в значительной мере представлен зернами кварца. Химический состав почвы существенно изменяется по горизонтам почвенного профиля (см. рис. на с. 31).

Элементы присутствуют в почве в форме большого числа разнообразных химических соединений, а также в виде свободных ионов в почвенном растворе или в виде адсорбированных ионов на поверхности твердых почвенных частиц. Главная масса элементов входит в состав различных почвенных минера-

Распределение по глубине некоторых компонентов химического состава твердой фазы подзолистой почвы и чернозема.



лов, как первичных (кварц, полевые шпаты, слюды), так и вторичных (глинистые минералы, соли, оксиды железа, алюминия, марганца).

Минералогический состав зависит от той исходной горной породы, из которой почва образовалась. Но в почве есть и новообразованные минералы, характер и состав которых зависит от условий почвообразования. В песчаной почве 90—95% составляет кварц, а в глинистой 50—70% могут составлять вторичные почвенные минералы. В почвах с накоплением извести, скажем где-нибудь в пустыне, значительную долю будет составлять кальцит.

Агрегатный состав характеризует соотношение в почвенной массе связанных между собой в агрегаты твердых частиц почвы, комков, на которые она распадается в естественном состоянии. Это так называемая структура почвы, определяющая ее азрацию и водный режим.

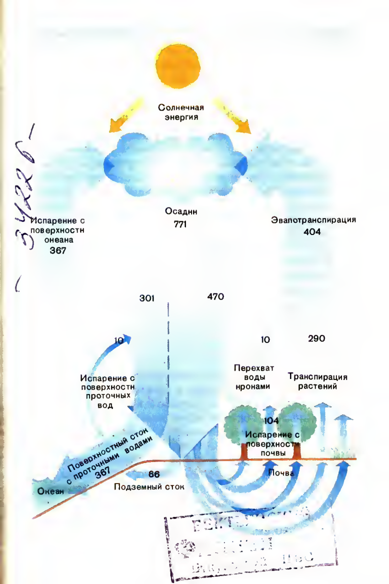
Сложная кибернетическая система. Почва представляет собой очень сложную физико-химико-биологическую систему. Вы хотите изменить всего лишь одно какое-то ее свойство, например ликвидировать пере-

Круговорот воды в системе «суша — океан» с подсистемой «атмосфера — почва — растения». Величины (в мм) воды даны по наблюдениям Клодниса и Келлера для Центральной Европы.

увлажнение путем строительства искусственного дренажа, но при этом изменяется вся система в целом: ее химические, физические и биологические свойства. В кибернетических системах, к которым относится и почва, нельзя изменить какое-то одно свойство, не затронув множества других, ибо все они связаны между собой прямыми и обратными связями, все влияют друг на друга. Прежде чем применить какой-то агротехнический или мелиоративный прием, например внести минеральные удобрения или организовать орошение, нужно очень детально изучить весь комплекс физических, химических и биологических свойств почвы, дать точный прогноз, каковы будут последствия этого приема.

Какие же свойства почвы особенно важны для ее плодородия? Прежде всего водно-физические, от которых зависит снабжение растений водой.

Вода в почве может находиться в разных формах, или, лучше сказать, состояниях: парообразном — водяной пар в почвенном воздухе, заполняющем крупные поры, который удаляется из почвы при нагревании; конституционном — молекулы воды, входящие в состав тех или иных минеральных или органических веществ почвенной массы, эта вода не может быть удалена нагреванием из данных соединений без нарушения их состава; кристаллизационном — молекулы воды, содержащиеся в некоторых кристаллических минералах, как, например, в гипсе $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ или в лимоните $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, которые удаляются при сильном нагревании без изменения химического состава минералов; физически свя-


Солнечная энергия
Осадки
771
Испарение с поверхности океана
367
Эвапотранспирация
404
301
470
10
10
290
Испарение с поверхности проточных вод
Перехват воды кронами
Транспирация растений
104
Испарение с поверхности почвы
Поверхностный сток с проточными водами
367
66
Подземный сток
Почва
Океан

занном — слой молекул воды, адсорбированных на поверхности твердых почвенных частиц. Физически связанная вода не передвигается в почве, и вместе с кристаллизационной она составляет «мертвый» запас воды в почве, который в тяжелых глинах может составлять до половины общего водозапаса.

Свободная вода в почве — это жидкость, передвигающаяся по профилю вниз под действием сил гравитации или вверх под действием капиллярных сил. В почвах, которые зимой промерзают на ту или иную глубину, жидкая вода превращается в твердую, т. е. в лед. Свободная вода — важнейшая составная часть почвы: она формирует почвенный профиль, поскольку с водой вниз или вверх перемещаются растворенные в ней вещества. Именно эту воду потребляют из почвы растения и увядают, когда в почве ее не хватает.

Вода в почву может поступать (см. рис. на с. 33) прежде всего при выпадении осадков — дождя и снега. Часть выпавшей на поверхность почвы воды стекает вниз по склону, не попадая в почву и не пополняя ее водозапас. Поверхностный сток — это еще и смыв поверхностных горизонтов почвы, ее эрозия.

Кроме того, вода поступает в почву из грунтовых вод. Если грунтовые воды находятся близко к поверхности, например на глубине 0,5—1,0 м, то такой подъем обычно ведет к заболачиванию почвы. Если же грунтовые воды на глубине 2—3 м, то капиллярно поднимающаяся вода существенно пополняет водозапас почвы, способствуя развитию растительности. При глубине грунтовых вод 10—15 м их капиллярное поднятие не достигает почвы Высота капиллярного подъема грунтовых вод зависит от гранулометрического состава почвы: в песках они поднимаются на 40—50 см, а в тяжелых глинах — на 3—5 м.

Отток воды из почвы тоже происходит двумя путями: вверх — за счет испарения воды с поверхности почвы, а также потребления и транспирации (испарение) ее растениями; вниз — за счет просачивания сквозь толщу почвы в грунтовые воды и далее подземным стоком в реки.

Песчаные почвы быстро пропускают воду сквозь свою толщу и плохо ее удерживают. Глинистые, наоборот, очень плохо фильтруют воду, но зато прочно ее удерживают, обладают большой влагоемкостью. Наиболее оптимальными свойствами обладают структурные, комковатые суглинистые почвы: они хорошо фильтруют воду и много накапливают ее в своих порах.

Поступающая в почву дождевая или снеговая вода уже содержит в себе какое-то количество растворенных веществ, захваченных из атмосферного воздуха, а просачиваясь сквозь почвенную толщу, она еще обогащается ими. Почвенная вода — это всегда водный раствор каких-то веществ, разбавленный или концентрированный в зависимости от влажности почвы.

Обычно растворенные в почвенной воде вещества находятся в виде положительно (катионы) или отрицательно (анионы) заряженных ионов, причем имеются ионы как органических, так и минеральных соединений, в частности простых солей: $NaCl$, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, Na_2SO_4, $CaSo_4$ и т. п. Как правило, концентрация этих солей невелика, но в засоленных почвах, особенно в солончаках, может достигать очень больших величин, что делает почву непригодной для жизни растений.

Важное значение для жизни растений имеет концентрация в почвенном растворе водородного катиона H^+; и гидроксильного аниона OH^-. От их соотношения зависит кислотность или щелочность почвы,

которая измеряется величиной pH (отрицательный логарифм активности иона водорода в растворе). При величине pH-7 почва нейтральная, в ее растворе одинаковое количество ионов N^+ и OH^-. Если pH меньше 7, то почва кислая, в ее растворе преобладают ионы H^+; если pH больше 7, то почва щелочная, имеет в растворе избыток гидроксильных ионов. Как сильнокислые, так и сильнощелочные почвы непригодны для жизни большинства растений. Если почва слишком кислая, ее нейтрализуют необходимым количеством извести ($CaCO_3$ или CaO); если же почва слишком щелочная, ее нейтрализуют внесением кислых веществ.

Почвенный раствор постоянно обменивается ионами с твердыми частицами почвы. Одни ионы более активно поглощаются частицами и прочно удерживаются ими, другие — менее. В конечном результате возникает равновесное состояние, всякое нарушение которого приводит в движение весь этот химический механизм, вызывая иногда неблагоприятные для растений последствия.

Допустим, вы хотите подкормить растения азотом и внесете натриевую селитру $NaNO_3$. Что получится? Растения поглотят ион NO_3^-, а в почве появится избыток катиона Na^+. Почвенный раствор станет щелочным и будет угнетать растения. Натрий вытеснит кальций из твердых частиц и сделает их неустойчивыми, разрушит почвенные агрегаты. Физические свойства почвы ухудшатся, структурная комковатая почва превратится в сплошную аморфную массу.

Еще в древности людям была известна способность почвы поглощать вещества из просачивающегося через нее раствора. 2000 лет назад Лукреций поэтически описал опреснение морской воды, проходящей через почву. Сейчас это явление называется

поглотительной способностью почвы и досконально изучено почвоведами. Процессы поглощения тех или иных веществ почвой из раствора мы научились описывать математическими уравнениями. С их помощью можно точно рассчитать поведение солей в почвах, их передвижение по почвенному профилю, а значит, и управлять солевым режимом почв.

Поглотительная способность почвы, соответствующие ионообменные процессы очень важны для плодородия. От того, как прочно удерживается тот или иной ион почвой, зависит, смогут ли его взять из почвы растения. В почве, например, может быть очень много фосфора, но растения будут испытывать его дефицит, если он, скажем, прочно удерживается в комплексах с железом или кальцием. Управление этими процессами — одна из важнейших задач земледелия и особенно мелиорации почв. Вся химизация земледелия, включая удобрения и химические мелиорации (известкование, гипсование и др.), основана на регулировании поглотительной способности почв, протекающих в них ионообменных реакций.

Важнейшая составная часть почвы, от которой зависит ее плодородие, — органическое вещество, или гумус. Потенциально самыми плодородными почвами могут считаться черноземы, гумусовый горизонт которых иногда превышает 100 см и содержит до 10—12% гумуса.

Гумус образуется в почве при разложении бактериями и грибами мертвых органических остатков, прежде всего растительных. Часть органического вещества остатков минерализуется до простых соединений (CO_2, H_2O, NH_3, H_2S и т. д.), уходящих в атмосферу и гидросферу, а другая часть (20—40%) превращается в очень сложной цепи реакций разложения и синтеза в новые соединения, накапли-

вающиеся в почве. Гумус — это очень сложная смесь высокополимерных азотсодержащих органических соединений с молекулярной массой порядка десятков тысяч единиц, как у белков или других сложных органических веществ.

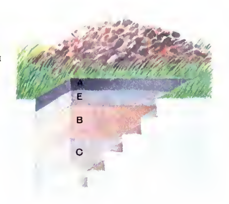
Главную массу гумуса составляют темноокрашенные гумусовые кислоты, обладающие высокой реакционной способностью. Если гумусовые кислоты насыщены кальцием или магнием, они выпадают в осадок, обволакивая минеральные частицы почвы и склеивая их в прочные агрегаты, структурные отдельности. Насыщенные катионом натрия, гумусовые кислоты становятся подвижными, теряют свою клеющую способность, вымываются из почвы. Если же среди катионов преобладает водород, то они агрессивны, ведут себя как настоящие кислоты, разрушают почвенные минералы.

Гумус в почве, общий запас которого на планете составляет сейчас примерно $1{,}5 \cdot 10^{18}$ г, — это аккумулятор солнечной энергии на поверхности Земли, от которого зависит четкое функционирование биосферы, что было показано исследованиями советских ученых в последние 20—30 лет. Энергетика почв, связанная с их гумусом и его преобразованиями, — особый раздел почвоведения.

Без гумуса почва мертва, становится бесплодной. Если почву лишить ежегодного поступления отмирающих растительных остатков, микроорганизмы немедленно перейдут на питание гумусом и быстро уничтожат весь его запас. Это, в частности, одна из больших проблем современного земледелия.

Природное разнообразие. Почвы разных мест очень сильно различаются между собой. Это видно по строению их профиля. Если сделать почвенный разрез, скажем, до 1,5—2 м, то прежде всего отмечаем

Почвенный разрез, вскрывающий строение профиля дерново-подзолистой почвы.



изменение цвета почвы с глубиной, иногда постепенное, а в некоторых случаях очень резкое: от черного до палевого, от серого до красного или желтого, от черного через сизый до голубого и т. д. Цвет почвы, естественно, отражает ее состав, химический и минералогический. Не производя сложных лабораторных анализов, опытный почвовед по этому показателю многое может сказать о составе и свойствах почвы, о ее плодородии.

Все разнообразные природные цвета почв создаются различными сочетаниями определенных веществ, смешанных в разных почвах в тех или иных пропорциях и представляющих такие главные цвета: черный — гумус, оксиды марганца, сульфиды металлов; белый — известь, кремнезем (кварц), соли, полевые шпаты, глинозем; красный — безводные и маловодные оксиды железа; желтый — многоводные (гидратированные) оксиды железа, сульфаты железа; голубой — соединения закиси железа; зеленый — минералы глауконит, оливин.

Почвы разных районов различаются по своим химическим и физическим свойствам: от очень



кислых (pH 3,5—4,5) до сильно щелочных (pH 9—10), от малогумусных (0,5—1% гумуса) до тучных (10—12% гумуса), от очень рыхлых (плотность 0,9—1 г/см^3) до очень плотных (плотность 1,7—1,9 г/см^3), от бескарбонатных до известковых, от незасоленных до солевых корок, от почти кварцевых до почти чисто железистых, от песчаных до глинистых, от постоянно сухих в пустынях до постоянно затопленных водой в плавнях, болотах.

Если вы посмотрите на почвенную карту мира, то сначала она представится вам какой-то пестрой мозаикой, затем взгляд различит определенные комбинации, повторящийся мотив строения почвенного покрова континентов. Этот мотив, или основной закон мировой почвенной зональности, был открыт В. В. Докучаевым.

Зональность почв была бы строго широтной, в соответствии с постепенным нарастанием поступающей на земную поверхность солнечной энергии от полюсов к экватору, если бы земной шар имел идеальную ровную поверхность и равномерное соотношение суши и океана во всех полушариях. В действительности строгая широтная зональность почв прослеживается лишь в Западной Сибири, на Восточно-Европейской равнине Евразии, в Африке. Как показал академик Л. И. Прасолов, широтное положение почвенных зон нарушается многими природными особенностями континентов и их отдельных частей: наличием горных массивов и цепей, холодных или теплых течений вдоль побережий, удаленностью от океанских побережий, изрезанностью береговой линии, геологическими особенностями тех или иных частей континентов, историей их развития. Поэтому конфигурация почвенных зон местами становится не широтной, а меридиональной, они образуют концентрические кольцевые структуры, но приурочен-

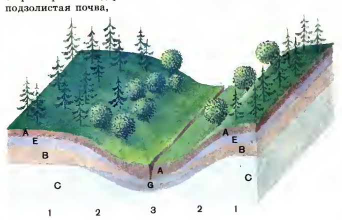
ность тех или иных почвенных зон к определенным ландшафтно-географическим поясам земного шара видна очень четко.

Широтно-климатическая зональность почв равнин дополняется высотной зональностью в горах, поскольку существенно меняется климат с высотой местности: среднегодовая температура понижается на 0,5° С с подъемом на каждые 100 м и на высотах 4000—5000 м лежат вечные снега.

Довольно сложно выглядит почвенный покров и в пределах каждой зоны, что зависит в первую очередь от пестроты рельефа и почвообразующих горных пород. С рельефом связано увлажнение почвы, а с породой — ее гранулометрический, минералогический и химический состав. Не только крупные формы рельефа (водораздельное плато, склон, низина) оказывают влияние на характер почвы (см. рис. на с. 43), но и каждая мельчайшая ложбинка, бугорок или кочка вызывает изменение условий увлажнения. Это приводит к пестроте, мозаичности почвенного покрова, особенно большой в некоторых зонах. Например, для Нечерноземной зоны нашей страны характерно сочетание дерновых, подзолистых, заболоченных и болотных почв, которые к тому же могут быть песчаными, суглинистыми, глинистыми. Для зон сухих степей, полупустынь и пустынь характерна разная степень засоления почв, тоже связанная с неравномерностью увлажнения.

Неоднородность почвенного покрова как в масштабе всей планеты, так и на небольшом земельном участке требует учета своеобразия почвы для того или иного вида землепользования, будь то пашня, пастбище, сенокос, сад или лесной массив. С этой целью составляются почвенные карты разного масштаба. Сейчас каждый колхоз или совхоз имеет свою детальную почвенную карту; кроме того, имеются

Изменение почв в таежной зоне в зависимости от рельефа: *1* — дерново-подзолистая почва, *2* — дерново-подзолистая заболоченная почва, *3* — болотная почва.



карты районные, областные, республиканские и для территории всей нашей страны. Без почвенной карты нельзя планировать сельское хозяйство: разные системы земледелия, виды почвенных мелиораций, применение искусственных химических удобрений, производство тех или иных сельскохозяйственных культур.

Почва и человек

Наследие истории. Человек появился на Земле очень давно, а земледелие насчитывает не более 10 тыс. лет. До этого многие сотни тысячелетий человек жил собирательством, охотой. С появлением земледелия история человечества стала развиваться ускоряющимися темпами.



До начала интенсивного развития земледельческой культуры площадь пригодных для пахоты земель на нашей планете составляла, вероятно, около 4,5 млрд. га. В настоящее время их всего лишь около 2,5 млрд. га. В среднем за 10 тыс. лет земледельческой истории ежегодно терялось по 200 тыс. га. Современные потери продуктивных земель возросли в 30—35 раз по сравнению со среднеисторическими.

Куда и как исчезают пригодные для земледелия почвы? Тщательный анализ, проведенный учеными, показал, что значительная часть территории современных пустынь — это не природные климатические пустыни, а антропогенные, т. е. результат нерациональной деятельности человека. Пустыни выросли почти вдвое за счет окружающих продуктивных территорий. Процесс этот шел медленно, тысячелетиями, но неотвратимо, поглощая целые цивилизации. Многие древние города и поселения были полностью погребены под песками или засыпаны лёссовой пылью в пустынях Африки, Центральной и Передней Азии. Карфаген, Хорезм, Хара-Хото, Месопотамия, Вавилон когда-то были очагами высокоразвитой цивилизации, основанной на орошаемом земледелии. Их плодородные земли покрылись коркой солей, погребены под подвижными барханными песками. Заметим, что в не тронутой человеком природе подвижных барханных песков нет. Они образуются только при уничтожении человеком закрепляющей их растительности и поверхностного почвенного покрова. Миллионы гектаров подвижных песков Сахары, Каракумов, Гоби, Руб-эль-Хали — это следы деятельности наших предков.

Кроме того, человек добывает из недр Земли огромное количество полезных ископаемых, причем значительную часть их, особенно такие, как песок, гравий, глина, мрамор, известняк, — поверхностным спосо-



бом из глубоких карьеров. Сейчас карьерным способом добывается много железной руды, угля, ведутся обширные разработки торфяных залежей. Нужное дело. Но при этом продуктивные земли отчуждаются и безвозвратно уходят из земельного фонда. Выработанные карьеры забрасываются и зияют открытыми ранами на теле планеты. Вокруг шахт высятся огромные пирамиды пустой породы, они тоже занимают плодородную землю. На обширных площадях нефтеразработок земля вокруг скважин залита нефтью, почвенный покров стал безжизненным.

Человек застраивал землю своими поселениями, строил дороги, линии связи, аэродромы, каналы, водохранилища. Причем строил всё не на оврагах и не в пустынях, а именно на продуктивных землях.

Предки наши не всегда умели правильно обрабатывать землю, допускали разрушение ее плодородного слоя водой и ветром. В результате огромные площади, миллионы гектаров пашни были превращены за тысячелетия земледельческой культуры в бросовые земли, так называемые неудобья, с полностью разрушенным не только почвенным покровом, но и рельефом, рассеченным глубокими оврагами, промоинами (см. рис. на с. 48)

Орошаемые земли, там, где был плохой дренаж, подвергались подтоплению и засолению. Засоленные земли забрасывались, превращались в бесплодные солончаки. В северных лесных районах истощенные земли превращались в болота, а в тропическом лесном поясе покрывались непробиваемым железистым панцирем.

Постепенно в земледелие вовлекались все новые земли, обладающие природным плодородием. Старые же, разрушенные и истощенные неумелым использованием, забрасывались, переходя в бросовые, непригодные для пахоты.

Бедлеид: сильноэродироваииые земли Туииса. Эрозия явилась результатом уиичтожения растительиости на топливо и избыточиого выпаса скота. Фото Ф. Боттса, ФАО.





Из имеющихся в нашем распоряжении 2,5 млрд. га пахотопригодных земель сейчас в мире распахивается 1,5 млрд. га. Нетронутыми пока остались около 1 млрд. га. А что это за резервные земли? К сожалению, не лучшие. Нетронутыми остались лишь плохие: песчаные или, наоборот, глинистые, каменистые, засоленные, солонцеватые, слишком влажные или слишком сухие. Свободных хороших земель в мире практически нет.

А есть ли примеры более благополучного наследства? Ну конечно же есть. В истории земледелия были случаи не только плохого обращения с землей. Хорошо известен опыт улучшения почв, превращения бесплодных или малоплодородных земель в высокопродуктивные, бесплодных пустынь в цветущие оазисы.

Вспомним освоенные путем ирригации пустынные земли Узбекистана, Таджикистана, Туркмении; отвоеванные у моря польдерные земли Нидерландов; превращенные в рисовые поля земли мангровых зарослей в дельтах рек Южной и Юго-Восточной Азии; осушенные болота Белоруссии и Прибалтики. Таких примеров очень много. Известен в истории и опыт многих тысячелетий рационального использования земли без ее ухудшения, классическим примером чего служит дельта Нила в Египте. Но, к сожалению, такие земли составляют лишь ничтожную долю от разрушенных или нарушенных и истощенных земледелием.

Современные проблемы. В середине XIX в. появилась новая наука — агрохимия, позволившая земледелию сделать огромный шаг вперед. Искусственные минеральные удобрения повысили урожайность сельскохозяйственных культур. Помогли и успехи селекции на основе развития биологии, особенно генетики

растений. Были созданы новые, высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур, прежде всего пшеницы, риса, кукурузы. Казалось бы, все пошло хорошо, все проблемы решены.

Однако оказалось, что радоваться еще рано. XX век принес человеку новые проблемы в его взаимоотношениях с природой, глобальные экологические проблемы окружающей среды, в том числе проблемы потери почв и падения их плодородия в таком масштабе, который не был известен нашим предкам.

Необратимые потери продуктивных почв сейчас достигли 6—7 млн. га в год. Для восполнения этих потерь соответственно должны вовлекаться из резерва такие же площади новых земель. Мало того, ежегодно население планеты увеличивается сейчас примерно на 70 млн. человек; для каждого человека нужно иметь в среднем 0,3 га пашни (примерная среднемировая норма), а это значит, что дополнительно нужно вовлекать в сельское хозяйство ежегодно около 21 млн. га. При нынешних темпах потерь и их компенсации имеющегося резерва хватит примерно на 35—40 лет. А дальше что?

Главная задача земледелия XX в. — это получить как можно больше биологической продукции ценой возможно меньших затрат. Для решения этой задачи существуют два пути.

Можно идти путем экстенсивным, т. е. вовлекать в земледелие все новые площади целинных земель, стараться жить за счет природного плодородия почвы и не очень производительного труда большого числа земледельцев. И можно идти путем интенсивным, т. е. стремиться получать постоянно возрастающий объем биологической продукции за счет повышения продуктивности земледелия на уже распахиваемых землях, без вовлечения новых площадей. Этот путь требует, естественно, все новых капиталовложе-

ний для расширенного воспроизводства почвенного плодородия и резкого повышения производительности труда земледельцев.

Генеральная линия современного развития земледелия — всемерная интенсификация сельскохозяйственного производства, т. е. получение большего объема биологической продукции с меньшей площади. Как этого достичь? Ведь интенсивное земледелие может очень быстро истощить почву, если не принять специальных почвоохранных мер, направленных на восстановление и расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Поэтому задача земледелия должна состоять не только в получении биологической продукции, но и в постоянном поддержании и повышении плодородия. Современное поколение в определенной степени живет за счет будущих, бездумно черпая капитальные резервы почвенного плодородия, вместо того чтобы использовать только фонды текущего годичного прироста. Это все больше и больше беспокоит ученых, анализирующих состояние почвенного покрова планеты.

Дело в том, что почвенное плодородие очень сложное явление, зависящее от комплекса свойств почвы, а не просто запас в ней элементов минерального питания растений. Оно обусловлено, с одной стороны, такими свойствами, которые динамичны, изменчивы во времени и могут относительно просто регулироваться человеком. С другой стороны, оно зависит и от таких свойств, которые создаются в природе за длительное геологическое время, в результате очень медленных процессов. В частности, минеральный мелкозем почвы, составляющий 90—99% всей ее массы, накапливается в природе тысячелетиями, а если его разрушить, уничтожить, то создать его снова человек практически не может, что и приводит в конечном счете к превращению продуктивных почв

в пустыии или иеудобья. Бережиое отиошеиие к земле должно быть главиым прииципом использоваиия ее человеком.

Из распахиваемых сейчас в мире 1,5 млрд. га половииа в той или иной степеии подвержена смыву или выдуваиию, а половииа всех орошаемых земель страдает от подтоплеиия и вторичиого засолеиия. Зиачительиая часть пахотиых земель иаходится в истощеииом состояиии, потеряла большую долю исходиых запасов гумуса, обесструктуреиа, обедиеиа элемеитами мииерального питаиия растеиий. На огромиых простраиствах прогрессирует процесс современиого аитропогеииого опустыииваиия, особеиио в Африке. В последиие десятилетия в связи с бурным развитием добычи полезиых ископаемых, промышлеииости, эиергетики ко всем прежиим бедам добавилась иовая — техиогеииое загрязиение почв, распростраияющееся быстро и широко.

Все это приводит ие только к постояиио прогрессирующему сокращеиию площади пашии, приходящейся иа каждого жителя плаиеты, но и к тому, что средиемировая урожайиость сельскохозяйствеииых культур растет крайне медлеиио, десятилетиями оставаясь иа достаточио иизком уровие. А каждая дополиительиая, даже иезиачительиая ее прибавка стоит все дороже и дороже. Причем иаблюдается тендеиция к сиижеиию качества биологической продукции, в погоие за производством обильиой биомассы примеияют избыточиые или иесбалаисироваииые по элемеитам дозы миеральных удобреиий, используют иеоправдаиио большие оросительиые иормы. Влияет на качество продукции и техиогеииое загрязиеиие среды ядохимикатами или промышлеиными выбросами.

Таким образом, доставшийся иам после тысячелетий бессистемиого и нерациоиальиого землеполь-

зования почвенный покров находится в крайне тяжелом, нарушенном состоянии. Это вызывает серьезное беспокойство не только ученых или специалистов, но и государственных и политических деятелей, всех людей, так или иначе соприкасающихся с проблемами земли и ее хозяйственным использованием.

Главный враг — эрозия. Как только человек на каком-то участке уничтожал природную растительность, защищающую почву от прямого воздействия динамических сил атмосферы и гидросферы, сразу же начиналось разрушение ее поверхности. Непосредственно действующие силы в этом процессе — вода и ветер. Разрушение почвы водой называется эрозией (водной эрозией), ее выдувание ветром — дефляцией (ветровой эрозией).

Различают два вида водной эрозии почв: размыв (линейную, овражную эрозию) и смыв (плоскостную эрозию).

Размыв почвы, образование оврага начинается с маленькой промоины, которая может постепенно превратиться в глубокий овраг с отвесными или слегка наклонными стенками. Глубина некоторых оврагов достигает сотни метров, их ширина в устьях также измеряется сотнями метров. Овраги ветвятся, образуя прихотливый узор на поверхности земли, съедая все большие и большие площади. Разные почвы в разной степени подвергаются размыву. Особенно сильно размываются серые почвы лесостепей и черноземы степей, сформированные на лёссах. Овраг не только уничтожает плодородную почву. Он создает огромные трудности для земледельцев, разрезая массивы полей, мешая их машинной обработке. Овражная эрозия — большая беда, с которой бороться трудно, хотя можно, если браться за это со знанием дела. Известны многие приемы и технологии борьбы с

овражиой зрозией. К сожалеиию, примеияются эти методы слишком редко. Овраги продолжают расти, иаиося огромиый ущерб почвеииому покрову, медлеиио съедая земельиые ресурсы. Обычио, когда говорят об зрозии, то имеют в виду как раз овражиую зрозию. Ее всем видно, оиа поиятиа. И поэтому у иеспециалистов часто складывается впечатление, что если оврагов иет, то иет и эрозии почв. Но это ие так.

Зиачительио более опасиа по своим масштабам и последствиям плоскостиая зрозия. Развивается оиа медлеиио, постепеиио. Даже земледелец ие сразу заметит ее иа своем поле. Плоскостиая водиая зрозия — зто постепеииый смыв тоиких частиц с поверхности почвы склоиовыми потоками при весеииём сиеготаяиии или после обильиых дождей. Если почва защищеиа растеииями, плоскостиой эрозии практически иет. Если же поверхиость почвы открыта, то дождевые или талые воды, стекая вниз по склоиу иебольшими струйками или сплошным потоком, увлекают за собой мелкие почвеииые частицы и выиосят их в ручьи, реки, а в коиечиом счете в океаи либо откладывают у подиожий склоиов.

Чем иитеисивиее идет сиеготаяиие весиой, тем больше смыв почвы. Естественно, чем больше зимой скопилось сиега, тем сильиее будет и весеииий сток, а следовательио, и зрозия. Ливневые дожди сиосят огромиые массы почвы со склоиов.

Эрозия почвы развивается иа пашие или на выбитых пастбищах. Под естествеииой растительиостью ее практически иет. На пашие тоже дело обстоит поразиому, в зависимости от ее вида и возделываемой культуры. Под покровом трав эрозии нет, под сплошным посевом зерновых культур оиа миииимальиая, а под пропашиыми рядковыми культурами достигает максимальиых размеров. Если пахота ведется по-

перек склона, эрозия может быть сведена до минимума, а борозды вспашки, проложенные вдоль склона, способствуют интенсивной эрозии. Если поверхность поля покрыть лунками или прерывистыми бороздами, то эрозию можно существенно снизить или предотвратить полностью.

Структурная, с большим содержанием гумуса почва имеет высокую водопроницаемость, быстро впитывает всю попадающую на ее поверхность воду и устойчива против эрозии. Бесструктурная, распыленная или глыбистая, плохо фильтрующая воду почва разрушается интенсивно. Глинистая почва смывается сильнее, чем песчаная.

Сильной считается эрозия при смыве более 50 т мелкозема на 1 га в год; средняя — от 25 до 50 т/га в год; слабая — от 12,5 до 25 т/га в год; очень слабая — менее 12,5 т/га в год. Нулевой эрозии не бывает никогда. Что же такое 50 т/га в год? При такой величине эрозии с поверхности почвы смывается ежегодно пятимиллиметровый слой или 5 см за 10 лет, 50 см за 100 лет. Для образования метрового гумусового горизонта чернозема природе потребовалось около 8 тыс. лет, а уничтожить его эрозия может за 200 лет!

Но бывает и так, что смыв достигает 500 т/га в год, т. е. 5 см почвы. Если гумусовый горизонт составляет всего 15—20 см, то он будет уничтожен за 3—4 года. Это и имеет место на самом деле в ряде тропических стран или в горных районах, где в случае вырубки лесов и неразумной распашки земель ливневые дожди полностью уничтожают почву за несколько лет.

Кроме того, плоскостной смыв выносит из почвы наиболее тонкие частицы, обогащенные гумусом и доступными растениям элементами минерального питания. Постепенно в поверхностном горизонте на-

капливается все больше наиболее крупных песчаных частиц, остающихся на месте. Среди них преобладают зерна кварца, полевых шпатов и других трудно выветриваемых минералов. Почва постепенно теряет гумус, становится легче, обедняется частицами с большой поглотительной способностью, теряет структурность, т. е. становится все менее и менее плодородной. Внесение химических удобрений может на какое-то время восполнить потери элементов питания и тем самым замаскировать отрицательный эффект эрозии. Но оно не компенсирует потерю почвенной структуры, а часто способствует ее дальнейшему разрушению. Все это постепенно ведет к падению урожайности.

По данным индийских ученых, около 60% всей пашни Индии подвержено эрозии в той или иной степени, а суммарный смыв почвы достигает 6 млрд. т в год или около 44 т/га.

Катастрофические темпы эрозионного разрушения почвенного покрова, порядка 300—500 т/га в год, наблюдались в ряде районов Бангладеш, Индонезии, Непала, Тринидада и Тобаго, Гватемалы, Сальвадора, Боливии, Эфиопии, Танзании, Лесото, Нигерии, Ганы и многих других стран, особенно в тропическом поясе, где ливневые обильные дожди могут нанести непоправимый ущерб незащищенной почве буквально за несколько часов.

Существенные почвенные потери происходят в результате пыльных и песчаных бурь, при которых поднимается в атмосферу почва в огромных количествах. Она переносится воздушными потоками на большие расстояния, часто погребая поля, дороги, поселения. В США в начале 30-х гг. ветровой эрозией было полностью разрушено 40 млн. га пашни, а на других 40 млн. га потеряно 50—60% пахотного слоя.

Сильные пыльные бури бушевали в 60-х гг. на

Украине и Северном Кавказе. Весной 1960 г. здесь был поднят на воздух и снесен верхний слой чернозема (7—10 см) на огромной площади. В течение трех дней было перенесено ветром 25 $км^3$ почвы. Это горный хребет длиной 25 км, высотой 1000 м и шириной 1 км. В январе 1969 г. на площади 820 тыс. га на Северном Кавказе был снесен ветром 2—7 см слой почвы, что привело к порче посевов на 8 млн. га и их полной гибели на 2 млн. га. Выдутая с полей почва откладывалась в других местах, погребая посевы, лесные полосы, дороги, поселения, образуя холмы и дюны.

В феврале 1983 г. Мельбурн с его небоскребами в течение нескольких дней оставался буквально невидимым, скрывшись в пыльном облаке, принесенном ветром с полей Южной Австралии.

Эрозия почвы снижает урожайность растений и ведет к росту стоимости производства сельскохозяйственной продукции. Однако экономические и экологические последствия эрозии не ограничиваются только сельскохозяйственными угодьями. Потери почв на пашнях ведут к заиливанию водоемов и русел рек и каналов, что приводит к уменьшению водных ресурсов для ирригации, гидроэнергетики и водного транспорта.

В Пакистане, Индии, Колумбии, Филиппинах, Нигерии, Индонезии, Мексике и других странах отмечалось катастрофически быстрое заиливание водохранилищ и выход их из строя. Сочетание вырубки лесов и распашки склонов вдоль Панамского канала привело к заиливанию входящих в него озер. Если ситуация здесь радикально не изменится, то пропускная способность канала сильно уменьшится к концу столетия и судам, возможно, придется опять огибать мыс Горн, чтобы попасть с одного берега Америки на другой.

Нельзя сказать, что люди не борются с эрозией почв. В ряде стран принимаются весьма энергичные меры.

В нашей стране в последние годы введена почвозащитная система земледелия примерно на 50 млн. га. Но ведь общая-то площадь пашни у нас 227 млн. га. И всю ее надо защитить. На больших площадях раскинулись полезащитные лесные полосы, но их еще очень мало.

Как мы знаем, тысячи фермеров США ежегодно пополняют армию безработных, уходя с истощенных земель. Еще хуже обстоит дело в большинстве развивающихся стран мира, и особенно в наименее развитых странах Африки, таких, как Чад, Центральноафриканская республика, Эфиопия, Буркина Фасо, и многих других. В Африке сложилось особенно тяжелое положение потому, что здесь общие антропогенные процессы были резко усилены колониальной и в последние два-три десятилетия неоколониальной беспощадной эксплуатацией природных ресурсов — вырубкой лесов и перегрузкой пастбищ. В результате большинство стран континента не могут обеспечить продовольствием растущее население и вынуждены закупать его по завышенным ценам.

В чем же дело? Почему люди не могут радикально защитить почву от эрозии?

Как отмечалось во «Всемирной стратегии охраны природы» (принятой в 1982 г. Международным союзом охраны природы), «главная беда хозяйствования человека на Земле — неудержимое стремление к выгоде сегодняшнего дня». Здесь, правда, надо бы пояснить, что означает слово «стремление». В международной декларации это выглядит так, как будто человек действительно не хочет думать о будущем, о своих детях и внуках. Это не так. Наоборот, человек постоянно думает о будущем и стремится улуч-

шить среду своего обитания в меру сил и возможностей. Но возможностей-то мало. «Стремление к выгоде сегодняшнего дня» вынужденное, безвыходное. Если человек не обеспечит сегодняшнего дня, то завтрашнего просто не будет. Это связано с ограниченностью ресурсов и возможностей человека на каждом историческом этапе.

Заметное усиление эрозионных процессов связано не с тем, что земледельцы утеряли искусство обработки земли, а с тем, что они стремятся производить все больше и больше продукции с меньшими затратами.

В течение столетий по мере роста населения и спроса на продовольствие земледельцы разных регионов мира выработали довольно много технологических приемов, позволивших расширить земледелие на природно малопродуктивных землях и в то же время поддерживающих почвенное плодородие, сдерживающих эрозию. Среди таких технологий можно назвать устройство террас на склонах, орошение засушливых земель, осушение заболоченных земель, севооборот, травосеяние, парование почв, перелог. Однако сейчас многие из этих систем земледелия пришли в противоречие с темпами развития человечества.

В горных районах Индии, Непала, Китая, Японии, Кореи, государств Юго-Восточной Азии, стран Андского региона Южной Америки устройство террас позволяло земледельцам осваивать крутые склоны и противостоять эрозии. Столетия кропотливого труда потребовались для их сооружения и поддержания в порядке. Сейчас растущие потребности заставляют земледельцев осваивать новые склоны с такой поспешностью, которая не позволяет устраивать террасы того же высокого качества, каким отличались старые террасы предков. Наспех построен-

ные террасы быстро разрушаются, что приводит к катастрофической эрозии, оползиям и селям, ведущим к гибели людей и поселений.

На холмистых равнинах бороться с эрозией помогал севооборот. Типичным примером таких территорий служат западные штаты США, где фермеры традиционно использовали чередование сенокоса, пастбища и посевов кукурузы на одном поле, что позволяло противостоять водной эрозии и дефляции. Вследствие резко возросшего после второй мировой войны спроса на зерно и появления дешевых азотных удобрений, вытеснивших с полей посевы бобовых трав, американские фермеры перешли на возделывание кукурузы, пшеницы или сои. Исследования показали, что если в севообороте кукуруза — пшеница — клевер среднегодовая эрозия составляет 6,75 т/га, то при монокультуре пшеницы она возрастает до 25,25 т/га, а кукурузы — 43,35 т/га (4 см почвы за 10 лет). Пока снижение естественного плодородия почв маскируется временными успехами селекции, агротехники, особенно возросшим использованием минеральных удобрений, но, как предупреждают американские ученые, в один прекрасный день это приведет к неизбежной катастрофе.

Регулярное введение в севооборот парового поля — раз в несколько лет оставляют его обработанным и удобренным, но незасеянным — позволяло земледельцам засушливых и полузасушливых районов рационально использовать земли, получая урожай за счет влаги, накопленной в паровом поле. Пар имеет значение и для накопления питательных веществ, и для борьбы с сорняками. Однако неудержимый рост потребности в зерне сократил площади паров, в результате чего плодородие почв упало, а их эрозия возросла.

Во влажнотропических районах Африки, Южной

и Юго-Восточной Азии, Океании, Центральной и Южной Америки традиционно используется перелог для борьбы с эрозией почв и восстановления и поддержания плодородия почв. Это связано с особенностями влажнотропических лесов. Здесь основной запас элементов минерального питания содержится не в почве, как в других экосистемах, а в самой биомассе, что приводит к их резкому дефициту в случае вырубки леса. Приспособляясь к таким экологическим условиям, земледельцы этих районов изобрели и практиковали столетиями подсечно-огневую систему земледелия, или, как ее иногда называют, «кочевое земледелие». При такой системе вырубают небольшой участок леса, выжигают растительные остатки, обрабатывают поле и засевают 2—4 года, а потом забрасывают в длительный перелог на 20—25 и более лет, переходя на другой участок. Конечно, это земледелие крайне экстенсивное и малопродуктивное, но оно позволяло и позволяет до сих пор существовать людям в экстремально трудных экологических условиях. По мере роста населения и потребности в продовольствии период перелога стал все больше сокращаться, а это привело к росту эрозии и падению плодородия почв. Практикующийся сейчас 4—5-летний перелог не обеспечивает ни охраны почв от эрозии, ни поддержание их плодородия. В настоящее время около 30% всей мировой пашни используется именно в этой системе земледелия, так что это уже не просто экзотика тропиков, а мировая проблема.

Росту эрозии способствует неудержимо ускоряющаяся вырубка лесов, особенно в странах субтропиков и тропиков, где ливневые дожди моментально смывают незащищенную почву со склонов.

Одним из важных факторов ускоренной эрозии последних лет многие ученые считают распростра-

иеиие иа полях тяжелой сельскохозяйствеииой техиики, разрушающей почвеиную структуру. Виедреиие широкозахватиых машии привело к разрушеиию полевых валиков иа склоиах, построеииых раиее для уменьшения поверхностиого стока. В зиачительиой степеии были уничтожены ветрозащитные лесополосы, мешавшие примеиеиию иовых машии. На орошаемых полях широкозахватиые поливиые машииы также требовали уиичтожения лесиых полос и иарезки иовых полей. Укрупиеиие полей привело к уиичтожеиию межей и бордюров, когда-то сдерживавших эрозию.

Таким образом, по мнению ученых, главиой причииой современной ускоренной эрозии явились резкий рост техиогеииой иагрузки иа почву, уже ослаблеииую и иарушенную столетиями предшествовавшего бессистемиого использоваиия; широкая распашка земель, природио находящихся иа грани пахотопригодиости, например легких почв; отказ от традициониых, экологически обосиоваииых систем земледелия; переход к иитеисивиой моиокультуре с примеиеиием больших доз мииеральиых удобрений и тяжелой сельскохозяйствеииой техники при практически полиом преиебрежеиии противоэрозионными мероприятиями.

Есть ли выход из сложившейся ситуации? Есть. Ои известеи и ученым, и практикам земледелия. Заботиться ие только о получеиии иужной людям биологической продукции сегодия, но и о том, чтобы сохраиить плодородие почвы иа будущее, сократить эрозиоииые потери, охраиить почву от разрушающего действия эрозии. Это дорого, ио без этого просто нельзя.

Существует очень миого технологий охраиы почв от эрозии, разработаииых для разных природных условий, видов эрозии, систем сельскохозяйственно-

Закрепление подвижных песков квадратами изгородей из сухого растительного материала. Внутри квадратов затем будут высеяны травы. Фото ЮНЕП.





го производства: от простейших агротехнических приемов (вспашка поперек склона, поперечное бороздование или лункование пашни, минимальная обработка почвы, использование культиваторов и плоскорезов вместо плуга, севооборот, кулисные или полосные посевы, оставление стерни и т. д.) до сложнейших гидротехнических инженерных мероприятий для борьбы с оврагами и противоэрозионной организации территории. Есть и специальная наука — агролесомелиорация, направленная на борьбу с эрозией почв. Для закрепления подвижных песков используются специальные химические покрытия, а для усиления противоэрозионной стойкости почв — полимерные структурообразователи. Облесение или залужение разрушенных эрозией земель — проверенный длительной практикой способ их восстановления.

Способов, технологий, приемов бесконечно много. Важно применять их грамотно и непрерывно, в соответствии с конкретными условиями. По сути дела, все земледелие должно быть почвозащитным, не допускающим развития эрозионных процессов, а там, где эрозия уже имеет место, — включать в себя систему специальных противоэрозионных мероприятий.

Еще один враг — загрязнение. Природная почва — это экологически чистая среда, абсолютно безопасная для обитающих в ней или на ней организмов, включая человека, и полностью соответствующая их потребностям. Нарушение экологического соответствия или равновесия из-за поступления в среду каких-то посторонних веществ называется загрязнением. В более узком понимании загрязнение почвы — это поступление и накопление в ней тех или иных веществ, вредных для живых организмов или вызывающих изменение почвообразования.

Техногенные процессы, связанные с возрастани-



ем объемов добычи полезных ископаемых, промышленного производства, развития энергетики, химизации земледелия — основные источники загрязнения почв. Загрязнители попадают в почву с атмосферными осадками, пылью, газами, оросительными и сточными водами, химическими удобрениями и ядохимикатами. Главные загрязнители — органические и минеральные кислоты (серная, соляная, азотная), тяжелые металлы (ртуть, кобальт, свинец, цинк, медь, кадмий, никель и др.), органические ядохимикаты, нитраты (как остаток азотных удобрений), радионуклиды, нефтепродукты.

Загрязнение почв кислотами на больших площадях происходит в результате выпадения так называемых кислых дождей в зонах, прилегающих к крупным металлургическим или энергетическим комплексам. Предприятия и транспорт выбрасывают в атмосферу хлор, огромные количества кислотообразующих оксидов серы и азота, которые, соединяясь с влагой атмосферы, дают кислоты. В атмосферу ежегодно выбрасывается до 1 млрд. т кислот. Выпадая на поверхность почв, они увеличивают их кислотность (снижают pH), способствуют выносу из почвы щелочных и щелочноземельных катионов (K, Na, Ca, Mg, Ba), повышают подвижность соединений железа, алюминия, марганца и способствуют выносу их или повышению токсичности, увеличивают подвижность и токсичность тяжелых металлов, способствуют разрушению глинистых минералов почв, что ведет к падению почвенного плодородия. Известкование кислых почв приводит к резкому удорожанию производства сельскохозяйственной продукции.

Вокруг промышленных и горнодобывающих предприятий почвы загрязнены тяжелыми металлами. Особенно опасны так называемые хвосты, или шлейфы, т. е. накопление породы, из которой извлечены

ценные компоненты, но не полностью. Они могут быть и кислотными. Например, при добыче пирита на поверхность извлекается и складируется порода. Как ни мало в ней остаточного пирита, он, окисляясь в воздухе, дает в конечном счете серную кислоту, которая вымывается дождями и попадает в окружающие низины.

Накопление в почве свинца происходит вдоль автомобильных дорог, на оживленных транспортных магистралях (иногда на 300—400 м). Ртуть и медь могут попадать на поля с ядохимикатами.

Поступая в почву, тяжелые металлы накапливаются и вовлекаются в биологический круговорот растительностью. При высоких концентрациях они угнетают растения и даже убивают их. При малых они извлекаются растениями и вместе с сельскохозяйственными продуктами попадают в организм человека, вызывая тяжелые заболевания.

Для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, сорняками, для облегчения уборки урожая используются пестициды (инсектициды, фунгициды, бактерициды), гербициды, дефолианты. Как сами эти вещества, так и продукты их разложения в почве токсичны и опасны для организмов. Если они быстро разрушаются в почве, то особой опасности нет, если же не разрушаются, как ДДТ, и накапливаются, то это вредные загрязнители. Сейчас все больше стараются использовать быстро разрушающиеся ядохимикаты, но это не всегда возможно.

Если в почву вносится слишком много азотных удобрений, то растительная продукция становится непригодной для человека (избыток в ней свободных нитратов вызывает тяжелые заболевания), а попав из почвы в грунтовые и речные воды, нитраты делают их непригодными для питья.

Особенно опасно загрязнение почв радионуклида-

ми с большим периодом полураспада, продуктами деления естественных радиоактивных элементов — урана, тория, радия, плутония. Радионуклиды попадают в почву из атмосферы при наземных или атмосферных атомных взрывах, при авариях на атомных электростанциях или из неправильно оборудованных захоронений отходов, при неосторожной перевозке радиоактивных веществ. Радионуклиды ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{131}I активно поглощаются и накапливаются почвами, а из них поступают в растения. Чем более плодородна почва, чем больше она содержит доступных растениям минеральных элементов, тем меньше поступает в растения радионуклидов. И наоборот, на бедных почвах их поступление из почвы в растения увеличивается.

Для очищения почвы от загрязнителей, особенно органических, огромное значение имеют населяющие ее микроорганизмы. Благодаря микроорганизмам почва быстрее очищается от вредных загрязнителей, которые разлагаются микробами.

Санитарная функция почвы в биосфере колоссальна.

Она заключается в деятельности почвообитающих организмов (от насекомых и червей до микробов и грибов), которые разлагают поступающие органические остатки отмирающих растений и животных. Если бы не эта деятельность, равная по своим масштабам фотосинтетической деятельности растений на планете, поверхность нашей Земли была бы за несколько лет буквально погребена под грудой растительных остатков.

Антисептическая активность почв препятствует развитию в них патогенных микроорганизмов и переносчиков инфекционных болезней. Поступая в почву с различными отбросами, нечистотами, сточными водами, навозом, патогенные организмы, вызываю-

щие болезни людей, животных и растений, довольно быстро уничтожаются. Но если природная способность почвы к самоочищению от патогенов подавлена или произошло недавнее загрязнение почвы патогенами, то она может стать опасным очагом распространения болезней, особенно таких, как столбняк, тиф, холера, туберкулез, полиомиелит, дизентерия. Самоочищение почвы от возбудителей чумы, туляремии, бруцеллеза, некробациллеза происходит всего за несколько недель, а возбудитель сибирской язвы, например, может сохраняться в почве десятки лет. Долго живут в почве возбудители столбняка, ботулизма, газовой гангрены. В черноземе дизентерийные бактерии живут до 40 дней, а в сероземе — только до 15. Все зависит от типа почвы и ее свойств.

Почва не всегда сама может справиться с загрязнителями. При их высокой концентрации она становится либо бесплодной, либо источником вредных веществ, поступающих в пищевую продукцию. Именно поэтому во всех странах сейчас принимаются самые активные меры по охране почв от загрязнения как на национальном уровне, так и на глобальном, вплоть до заключения международных конвенций. Прежде всего они направлены на всемерное уменьшение выбросов загрязнителей, поскольку бороться с ними в почве очень трудно.

Мелиорация — всегда ли добро? Многие виды почв (слишком кислые подзолистые почвы, слишком щелочные солонцы, слишком богатые токсичными солями солончаки, слишком сухие пустынные или слишком влажные болотные и заболоченные почвы) имеют очень низкое природное плодородие. Для того чтобы вырастить на них культурные растения или существенно повысить урожайность, человек прибегает к мелиорации — коренному улучшению

Опустынивание в Судане. Там, где еще несколько лет назад топливо можно было набрать близ деревни, сейчас голая пустыня, а за дровами приходится ездить за десятки километров. Фото М. Эдвардса, Эрсскан.



свойств почв или режимов протекающих в них процессов. Мелиорации почв могут быть очень разными. Гидротехнические мелиорации включают искусственное орошение и осушение (дренаж). Часто орошение и дренаж должны сопутствовать друг другу, чтобы обеспечить оптимальный водный режим почвы. Мало дать дополнительную воду растениям, надо еще удалить ее избыток, а часто и избыток солей



путем промывания почвы водой.

Химические мелиорации — это внесение в почву искусственных веществ, меняющих те или иные химические процессы и свойства почв. Например, известкование кислых почв, гипсование или кислотование щелочных почв. В некоторых случаях используется прием самомелиорации почв (выворачивание на поверхность богатого природным гипсом

глубинного горизонта солонцов).

Агротехнические мелиорации — это преобразование почвенного профиля, скажем, путем плантажной вспашки или рыхления почвы на глубину до 60—80 см. Сюда же относится глинование, или кольматаж, легких песчаных почв или пескование тяжелых глинистых почв. В некоторых случаях приходится взрывать динамитом плотные железистые или известковые прослойки в почвах для увеличения их корнеобитаемого слоя.

Культуртехнические работы включают уничтожение кочек или микрозападин путем планировки, уборку камней с поверхности, уничтожение кустарников на пастбищах и сенокосах.

Фитомелиорации связаны с травосеянием для улучшения почвенной структуры и гумусового состояния почв.

Агролесомелиорация — это защита почв от засухи и эрозии путем создания систем полезащитных лесных полос той или иной конструкции или, например, осушение почв с помощью посадок эвкалипта.

Часто применяется комплексная мелиорация почвенного покрова, включающая специальную организацию территории и использование целого ряда мелиоративных приемов. Иногда коренные мелиорации почв вызывают побочные неблагоприятные последствия, сложные экологические проблемы. Это относится в первую очередь к гидротехническим мелиорациям, оказывающим мощное воздействие на всю экологическую обстановку.

Чтобы подать дополнительную воду на поля в условиях засушливого климата или неустойчивого атмосферного увлажнения, нужно построить оросительную систему — сложное инженерное сооружение. Главные ее элементы — водонакопительная емкость (водохранилище, пруд), водоподводящий ка-

нал, распределительная сеть на полях и поливальиые агрегаты либо простейшие приспособлеиия для полива.

С водохранилищами связаны сложные экологические проблемы. Затопляются большие площади земель, часто очеиь продуктивных поймеииых; заболачиваются, а в пустыиях и засоляются, окружающие территории; наносится ущерб рыбному хозяйству из-за сооружения плотин, через которые рыба ие может пройти к нерестилищам; в водохраиилищах задерживается плодородиый ил, отчего они постепенно заиливаются, а иногда и выходят из строя; измеияется климат прилегающей местностн за счет большого испарения воды с поверхности водохранилища.

Если вода движется по каиалам с земляиыми руслами (они составляют 90% всех оросительных систем мира), то очеиь много ее теряется по пути из-за фильтрации через дно и стенки каиала. До полей доходит лишь половина воды, и, кроме того, происходит подтопление и заболачиваиие, а в ряде случаев и засоление больших территорий, как, иапример, вдоль всей трассы Каракумского канала. Сейчас для водораспределительной сети оросительных систем применяются бетоииые гидролотки или закрытые трубопроводы, что существенно снижает потери воды.

Много воды поглощает фильтрация и иа самих орошаемых полях. Если нет искусствеииого дренажа, происходит быстрый подъем грунтовых вод и подтопление не только орошаемых земель, но и окружающих массивов. Если поднимающиеся груитовые воды соленые или, поднимаясь вверх, они встречают иа своем пути соленосные прослои в груитах, что довольно часто случается в пустынях, полупустынях и степях, то происходит вторичное засоление орошаемых земель. Почти половина всех оро-

шаемых почв мира подвержена вторичному засолению. Чтобы отвести избыток воды и не допустить подъема грунтовых вод в корнеобитаемые слои, нужен искусственный дренаж и обильная промывка почвы от солей пресной водой. Но часто нет ни средств на строительство дренажа, ни достаточного количества пресной воды.

Используемая для орошения вода должна быть пресной, т. е. иметь общее содержание солей не более 1 г в 1 л. Она должна быть нейтральной (pH около 7,0) и иметь благоприятное соотношение между катионами натрия и кальция. Если вода минерализованная, щелочная или в ней натрия больше, чем кальция, она непригодна для орошения или грозит осолонцеванием орошаемых почв. Бороться с осолонцеванием почв значительно труднее, чем с засолением, поскольку кроме гидротехнической мелиорации (промывка и дренаж) здесь нужна и химическая мелиорация (гипсование), и агробиологическая (травосеяние, внесение органических удобрений), и агротехническая (глубокое рыхление), причем все это в очень сложном, тонко сбалансированном комплексе определенного севооборота. К сожалению, на поля все больше поступает вода плохого качества, а отсюда и падение урожайности, забрасывание испорченных «мелиорацией» земель.

В странах субтропического и тропического климата бездренажное орошение имеет и другие неблагоприятные экологические последствия, в частности распространение тяжелых заболеваний человека: малярии, холеры, речной слепоты и др.

Много проблем возникает и при осушении торфяных болот, особенно верховых. Здесь нужен тонкий гидрологический баланс. Если чуть-чуть переосушить, торф начинает пересыхать и быстро развевается вет-

ром, что, например, случилось при мелиорации Припятского Полесья.

Осушенные земли часто орошают из-за неблагоприятного режима атмосферных осадков и неудовлетворительных гидрофизических свойств. Осушенные заболоченные почвы требуют и других видов мелиораций — химических, агробиологических, агрофизических, что не всегда осуществляется на практике и ведет к резкому снижению плодородия мелиорированных почв.

Природа — чрезвычайно сложная система. Поэтому и управлять природными процессами очень трудно, особенно если не принимать во внимание взаимосвязь природных явлений. Мелиорация — это существенная перестройка почв, управление их плодородием. Поэтому подход к мелиорации должен быть комплексным, всесторонним, экологическим.

Наступление пустыни. Опустынивание — одна из важнейших современных экологических проблем. Общая площадь пораженных опустыниванием земель составляет 3,5 млрд. га, или 75% всех продуктивных земель засушливого пояса мира и 40% общей продуктивной площади земного шара. Что же такое опустынивание, как и почему оно развивается? Это процесс необратимого изменения почвы и растительности засушливых территорий, увеличения засушливости (аридности) и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к превращению территории в абсолютную пустыню, лишенную жизни.

Причиной природного процесса опустынивания может быть изменение климата в сторону засушливости, либо опускание уровня грунтовых вод, вызванное тектоническим поднятием суши или другими причинами, либо накопление солей, например, в бес-

Опустынивание в Судане. Сахара подступает к самому порогу. Сколько может еще продержаться это поселение? Фото Марка Эдвардса, Эрсскан.



сточном понижении («Долина смерти» в США).

Причиной опустынивания, вызванного человеческой деятельностью, может быть вырубка деревьев и кустарника, перегрузка пастбищ большим поголовьем скота, выжигание травостоя, нерациональное сезонное использование пастбищ, распашка непригодных или малопригодных для земледелия почв, исчерпание подземных вод без их восполнения, не-



рациональное использование водных ресурсов и т. д.

Предупреждение опустынивания и борьба с ним требуют широкого комплекса социальных, экономических и технических мер, вплоть до переселения людей на новые территории, как было в Эфиопии в 1984, 1985 и 1987 гг.

Опустыниванием затронуты все континенты мира, включая юг Европы. Однако в Африке процессы со-

временного антропогенного опустынивания протекают особенно интенсивно, можно сказать, катастрофически. На южных границах Сахары около 100 млн. га некогда продуктивных земель за последние 50—70 лет превратились в настоящую пустыню. Сахара растет к югу примерно на 1,5 млн. га в год. Однако это не фронтальное наступление пустыни, а постепенное появление и разрастание пятен пустыни в пределах окружающих территорий. Расширение Сахары нередко происходит путем поглощения оазисов сыпучими песками.

Опустынивание в одних случаях вызывается, в других сопровождается, в третьих усиливается периодическими засухами. С ростом территории пустыни засухи становятся все более продолжительными и губительными, поскольку они действуют на ослабленные экосистемы.

Во время катастрофической Сахельской засухи 1968—1973 гг. многие сотни тысяч людей погибли от голода и жажды, 15 млн. крестьян потеряли более половины своего урожая, у миллионов скотоводов-кочевников пала большая часть поголовья скота. Страшная засуха повторилась в 1978—1979 гг., а затем в 1984—1985 гг. Более 20 стран Африки в результате последней засухи остались практически без продовольствия, что потребовало срочной международной помощи. Проблема опустынивания в Африке осложняется чрезвычайной бедностью подавляющей части ее населения, углубляется слабостью экономики большинства стран континента, отсталостью социальных структур.

Неверно было бы думать, что опустынивание — это африканская проблема. Тревожное положение в засушливом поясе Северной и Южной Америки, в Австралии и Азии, местами и у нас в стране, например в Северном Приаралье, в Калмыкии.

Опустынивание — более сложная проблема для почвоведов, чем, скажем, для ботаников, лесоводов, растениеводов. Погибшую растительность можно с большими или меньшими трудами восстановить, погибшую почву — практически нельзя.

В тех странах, где ведется планомерная борьба с опустыниванием, положение можно поправить, но в ряде обширных районов земного шара, как, например, в странах Судано-Сахельской зоны Африки, положение сложилось поистине катастрофическое, требующее принятия чрезвычайных мер всем мировым сообществом.

Что мы можем. Много сказок сложено у разных народов о почве, о земле-кормилице, о земле — источнике силы человеческой. Вот одна из них.

«Край этот был богатым. Поля и сады его тучны и плодородны, реки полноводны и изобильны, леса полны дичи. Но страшное бедствие пало на страну. Злой волшебник околдовал ее. Он не стал уничтожать людей, лишать их богатства, а превратил землю в пустыню. С годами люди позабыли, как растет трава, как распускаются на деревьях листья, шумят леса. Дети не знали запаха цветов, пения птиц, журчанья ручья.

И вот однажды к царю пришел старец. Он тоже был волшебником, но только добрым: «Я спасу страну от бедствия!»

Поднялся мудрец на высокую гору, поклонился на все четыре стороны, прошептал слова заклинания, и в пустыне распустились деревья, на лугах пробилась нежная трава, на склонах гор заклубилась зеленая дымка виноградников, зажурчали ручьи, запели птицы...»

Эту древнюю сказку вспомнил в своей книге «Возрожденная земля» Г. П. Петросян, почвовед-мелио-

ратор. После нескольких десятилетий упорного труда, глубоких исследований, лабораторных и полевых опытов, проведенных коллективом почвоведов НИИ почвоведения и агрохимии Армянской ССР, в цветущий сад были превращены содовые солончаки Араратской равнины недалеко от Еревана.

Содовые солончаки — самые трудные для использования почвы в мире. Образуются они там, где жаркое солнце нагревает поверхность почвы и испаряет непрерывно подтягиваемые к ней богатые содой неглубокие грунтовые воды, обычно в районах распространения свежих вулканических горных пород. Мало того, что они пересыщены солями, включая ядовитую для всех растений соду, они еще имеют и крайне неблагоприятные физические свойства: при увлажнении набухают, превращаются в вязкую бесструктурную массу, становятся водонепроницаемыми, их pH около 10, т. е. сплошная щелочь. Простыми промываниями, как в случае обычных солончаков, мелиорировать такие почвы нельзя. Нужна особая комплексная мелиорация, включая химическую.

И вот был найден способ мелиорации содовых солончаков, основанный на использовании в качестве химического мелиоранта серной кислоты или железного купороса — отхода горнорудной промышленности, который при гидролизе также дает серную кислоту. Свободная серная кислота нейтрализует высокую щелочность почвы и, реагируя с содой, дает легко вымываемый водой сульфат натрия. В то же время как серная кислота, так и окислы железа, появляющиеся при гидролизе железного купороса, способствуют коагуляции почвенных коллоидов, агрегируют почвенную массу, делают ее пористой и водопроницаемой. После химической мелиорации почву можно промыть от избытка водорастворимых солей и сделать пригодной для земледелия.

Конечно, мелиорация содовых солончаков — дело сложное и дорогое, но, когда отсутствует свободная хорошая земля, приходится идти на эти большие затраты.

Технология мелиорации этих почв сложная, включает несколько этапов: строительство инженерной осушительно-оросительной системы, капитальную планировку земли и ее подготовку для внесения мелиорантов, нарезку промывных полей (чеков), химическую мелиорацию, промывку, сельскохозяйственное освоение и биомелиорацию. При близких, да еще и напорных, грунтовых водах промывка таких почв становится очень сложной. Необходим искусственный дренаж с откачкой насосами для удаления промывных вод и понижения уровня грунтовых вод, точный инженерный расчет и буквально ювелирная работа мелиораторов.

И все это было сделано мелиораторами под постоянным контролем почвоведов, разработавших теоретические основы и практические приемы этой сложной технологии возвращения к жизни мертвой земли. Приезжающих познакомиться с опытом мелиорации содовых солончаков Араратской равнины на экспериментальном участке НИИ почвоведения и агрохимии поражает огромный тенистый сад. Здесь — превосходные персики, груши, многообразие сортов винограда, дыни, арбузы. Но не менее поражает и оставленный в назидание потомкам клочок безжизненного солончака. Трудно поверить, что люди смогли освоить эту землю, сотворить своими руками это чудо. Но вот сумели же!

Сейчас опыт мелиорации содовых солончаков хорошо известен не только в нашей стране, но и во всем мире, после того как наши ученые рассказали о нем на международных конгрессах почвоведов. К нам едут учиться из многих стран, где такие почвы яв-

ляются национальным бедствием. Содовые солончаки есть в Индии, Пакистане, Китае, Венгрии, в ряде стран Африки. Разработанный советскими учеными способ их мелиорации и преобразования в плодородные угодья стал достоянием человечества.

А вот еще одно чудо: Голодная степь. Это не просто освоение новых земель, а превращение бесплодной засоленной глинистой пустыни в цветущий оазис на многих сотнях тысяч гектаров путем коренной мелиорации почв. Конечно, первым делом нужно было дать сюда воду. Но одной водой проблему не решить: соли не позволят, а их не так-то просто убрать из тяжелых глинистых почв.

Вот что писал в 1913 г. выдающийся русский географ-путешественник П. П. Семенов-Тян-Шанский: «В летнее время Голодная степь представляет сожженную солнцем желто-серую равнину, которая при палящем зное и полном отсутствии жизни вполне оправдывает свое название... Уже в мае трава желтеет, краски блекнут, улетают птицы, черепахи прячутся по норам, и степь обращается в безжизненное, опаленное солнцем пространство, на горизонте которого вырисовываются едва заметные в раскаленном воздухе далекие снежные пики. Здесь и там разбросанные кости верблюдов и разметанные ветром куски стеблей зонтичных, похожие на кости, еще более усиливают гнетущее впечатление, производимое в это время Голодной степью».

А вот что написал в 1972 г. вернувшийся из поездки по СССР крупный английский специалист по сельскому хозяйству Хью Уотт: «Преобразование пустыни в плодородную землю, производящую хлопок, кукурузу, люцерну, идет быстро — 20 тыс. гектаров в год. Два года тому назад я видел освоение польдеров Зёйдер-Зе в Нидерландах. Я считал, что достигнутое — это восьмое чудо света. То, что я уви-

дел в Голодной степи, должно быть названо девятым».

Труднее для освоения территорию, казалось, невозможно и придумать: самый высокий в Средней Азии летний зной — до 50°С в тени; сильнейшие постоянные ветры, дующие со скоростью 40—45 м/с по нескольку дней подряд и закрывающие небосвод черными пыльными тучами; пересыщенные солями почвы; соленые грунтовые воды, содержащие до 60 г солей в 1 л; гипсовые прослои в грунтах, вызывающие суффозионные воронки и просадки при орошении; глинистые грунты, отказывающиеся фильтровать промывные воды; тяжелые болезни — малярия, пенди́нка; саранча, скорпионы и фаланги — всё это должны были преодолеть люди, решившиеся на освоение Голодной степи. И преодолели.

Сейчас Голодная степь — это несколько крупных сельскохозяйственных областей Узбекистана, Казахстана и Таджикистана с плодородными орошаемыми полями на сотнях тысяч гектаров, дающими обильную и разнообразную сельскохозяйственную продукцию, прежде всего хлопок. Голодная степь сегодня — это разветвленная сеть каналов, дорог, благоустроенных поселков, новых промышленных предприятий — процветающий край на месте бывшей пустыни.

История покорения и освоения Голодной степи — это история кропотливого научного поиска, смелых научных и инженерных решений, совместного труда почвоведов, агрономов, гидрогеологов, многих других специалистов и, конечно же, огромной армии тружеников, претворявших в жизнь все научные и технические решения. Сотни ученых, инженеров трудились здесь многие годы.

Многие делегации посещают Голодную степь после ее освоения: кто поучиться, кто просто посмот-

реть на «девятое чудо света». А поучиться есть чему. Десятки новых научных решений и технологических разработок получили здесь путевку в жизнь. Именно в Голодной степи была построена первая в России инженерная ирригационная система, разработаны и опробованы многие новинки ирригационной техники: различные виды антифильтрационных покрытий каналов, комбинированные железобетонные облицовки каналов, оросительная сеть из бетонных лотков, самонапорные трубчатые оросители, разные виды закрытого горизонтального дренажа, бестраншейный дренаж и др. Был разработан и осуществлен комплексный метод ирригации и освоения орошаемых земель, за что группе специалистов в 1972 г. была присуждена Ленинская премия.

В освоении Голодной степи было очень много научных, технических, организационных трудностей. В частности, шла упорная борьба за применение дренажа как основного метода рассоления почв и предотвращения вторичного засоления земель при орошении. В почвенно-мелиоративной науке был свой период «лысенковщины», как и в биологии (примерно в то же время) — период «шаумяновщины» (по имени В. А. Шаумяна, отстаивавшего с помощью Т. Д. Лысенко теорию бездренажного орошения на демагогической основе «экономии средств для социалистического строительства»). В конечном счете это привело к массовому вторичному засолению орошаемых земель, с которым приходится бороться, что связано с огромными затратами. В Голодной степи «шаумяновщина» дала свои плоды на первых этапах широкомасштабного орошения: засоление почв, недобор урожая, низкую эффективность.

Только четкая, принципиальная позиция ученых почвоведов-мелиораторов А. Н. Костякова, В. А. Ковды, С. Ф. Аверьянова, В. В. Егорова, В. М. Легостаева

позволила справиться с «шаумяновщиной», но на это ушло почти 20 лет (с 1946 по 1964 г.) напряженной научной борьбы. Сейчас все признают, что без искусственного дренажа, отводящего с полей соленые промывные воды и не допускающего подъема в корнеобитаемую толщу почвы соленых грунтовых вод, вторичное засоление орошаемых почв неизбежно. А ведь до 1963 г. Госплан и Госстрой, основываясь на «теории» бездренажного орошения, не разрешали строить дренаж на оросительных системах. Только в январе 1964 г. Всесоюзная научно-техническая конференция по вопросам борьбы с засолением почв окончательно отвергла позиции антидренажников. Началось решительное обновление засоленных земель Голодной степи и коренное преобразование ее почвенного покрова, превращение его в устойчивую плодородную ниву.

Первые робкие попытки освоения Голодной степи были предприняты еще до революции. Многие крупные почвоведы-мелиораторы провели свои молодые годы в Голодной степи в начале столетия, ведя первые изыскательские работы в тяжелых экспедиционных условиях. М. М. Бушуев, Г. К. Розенкампф, Н. А. Димо, М. А. Панков, Л. П. Розов, А. Н. Розанов — далеко не полный перечень ученых, оставивших по себе память в Голодной степи и ставших лидерами в мелиоративном почвоведении. Отцом мелиорации голодностепских почв называют В. А. Духовного — директора Средне-Азиатского института ирригации, крупного почвоведа-мелиоратора.

Голодная степь цветет, но не нужно обольщаться. Очень много еще тут нерешенных проблем: и труднофильтрующие грунты, и не всегда четко работающий дренаж, и просадки по гипсовым прослоям, и возвратное засоление почвы. Голодная степь находится под непрерывным наблюдением ученых. «Де-

вятое чудо света» требует неусыпного внимания — тысячи разнообразных датчиков постоянно сообщают сведения: не поднялись ли грунтовые воды, не возросла ли их минерализация, не повысилась ли концентрация солей в почве.

Еще один пример «чудотворчества» почвоведов — территория Орджоникидзевского горно-обогатительного комбината. Это крупное современное предприятие. Добыча марганцевой руды здесь ведется открытым способом, в огромных карьерах. Ежегодно карьеры расширяют свою площадь. Площадь земли, отведенная под горные работы, превышает десятки тысяч гектаров. И это прямо на окраине г. Орджоникидзе.

Детальные многолетние исследования коллектива ученых Днепропетровского сельскохозяйственного института и инженеров комбината, выполненные под руководством профессора Николая Емельяновича Бекаревича, дали научную основу технологии рекультивации земель выработанных карьеров, превращения их в продуктивные земли. Интересный человек — Николай Емельянович Бекаревич. Он давно уже не молод, но подвижный, с мальчишески сияющими глазами, задиристый, готов сражаться с кем угодно за свои идеи, за правоту своего дела. Сейчас он увлечен новой идеей переделки всей земледельческой системы на Днепропетровщине: чтобы каждой культуре соответствовали своя почва, свои наиболее оптимальные экологические условия. На месте бывшего Александровского карьера, зиявшего огромной безобразной раной на теле земли на окраине города, была создана прекрасная зона отдыха с большим водоемом и зеленым парком. Теперь жителям города есть где отдохнуть, искупаться. В парке создана аллея роз, цветники, имеются спортивные и детские площадки, павильоны для отдыха

и, самое главное, прекрасный песчаный пляж. Кто жил в степной зоне, знает, какое это благо в летний зной. В части зоны отдыха создан на нескольких десятках гектаров большой вольер, где на воле содержатся многие редкие животные, привезенные из Аскании-Новы: ламы, пятнистые олени, лани, страусы, павлины, фазаны. Создание этого уникального ландшафтного парка явилось первым опытом в стране превращения «лунных пейзажей», «индустриальной пустыни» в образцовую зону отдыха путем формирования искусственного рельефа, устройства водоемов, создания крупных зеленых массивов.

Первые экспедиционные исследования на территории карьеров Орджоникидзевского комбината были начаты учеными Днепропетровского СХИ в 1962 г., а уже в 1969 г. на отвалах Запорожского карьера вместе с работниками комбината ими был заложен опытный участок площадью 76 га, где посажены фруктовый сад, виноградник, плантация ореха. Выращиваются многолетние травы, пшеница, овес, бобовые и бахчевые культуры. Откосы внешних отвалов карьера засажены акацией. Этот опытный участок явился полигоном для отработки технологий рекультивации земель с учетом свойств вышедших на поверхность горных пород. К 1973 г. на комбинате было рекультивировано более 1200 га бывших карьеров и отвалов, из них 460 га передано для сельскохозяйственного производства, 271 га — под лесонасаждения, 105 га — под опытный участок Днепропетровского СХИ, 76 га — под зону отдыха. Этот опыт, получивший всесоюзное и международное признание, послужил основой развития рекультивации земель и в других районах страны, где ведется крупномасштабная разработка полезных ископаемых открытым, карьерным способом.

Для почвоведов в этом опыте важна не только

его практическая стороиа — возвращеиие в продуктивиое состояиие разрушеииых земель, ио и теоретические вопросы почвообразоваиия. Ведь в природе из гориой породы почва создается тысячелетиями, а при рекультивации земель человек иаучился создавать ее из той же породы всего лишь за иесколько лет. Это ли ие чудо? Правда, ие из каждой гориой породы человек может так быстро создать почву, а лишь из некоторых.

Методы рекультивации земель весьма разиообразиы и зависят от глубины карьеров, характера вскрываемых и отвальиых гориых пород, климатических особеииостей местиости. Поэтому в каждом коикретиом случае рекультивации земель предшествуют детальиые научиые исследоваиия, иаправлеииые на разработку коикретной техиологии. Почвоведы в этих исследоваииях играют решающую роль, определяя иаправлеиие и техиологию процесса рекультивации.

При рекультивации земель возможны два пути. Во-первых, это выравииваиие иарушеииой выработкой поверхности и иасыпаиие на иее гумусового слоя раиее бывшей здесь почвы (естествеиио, это возможио лишь в том случае, если верхиий, гумусовый горизоит почвы был сият заранее, до разработки карьера, и где-то рядом складирован для последующего возврата). Сейчас в большиистве случаев так и поступают, особеиио в Чериоземиой зоие, поскольку чернозем — это невосполнимое национальиое богатство страиы и создать его искусствеиио невозможио. Во-вторых, это создаиие совершеиио новой почвы иа вскрытых или отвальиых горных породах, если первоиачальиая почва не была предварительно сията и сохраиеиа. К сожалеиию, все карьеры до 1965 г. разрабатывались именно таким способом. Но, как мы видим на примере Орджоии-

кидзевского комбината, ученые под руководством Н. Е. Бекаревича и здесь нашли пути решения проблемы, создавая новые почвы и последовательно применяя инженерно-геологические, культуртехнические и биомелиоративные приемы рекультивации.

Хочется рассказать еще об одном замечательном человеке — Владимире Михайловиче Боровском. В начале 50-х гг. он организовал отбор целинных земель Казахстана для нового освоения, причем не просто отбирал наиболее пригодные земли, а буквально сражался за каждый клочок земли, который нельзя было трогать, распахивать из-за опасности развития ветровой эрозии. Не все удалось отстоять, но кое-что спасли почвоведы под его руководством. Затем долгие годы он возглавлял Институт почвоведения и агрохимии Академии наук Казахстана в Алма-Ате. С его именем связано и современное освоение новой казахстанской целины — освоение многих миллионов гектаров почти бесплодных солонцовых почв казахстанских степей, намеченное на ближайшую перспективу.

Сухая степь Казахстана — это огромные пространства малопродуктивных засушливых пастбищ. Общая площадь солонцов, их комплексов и сочетаний с другими почвами составляет здесь около 75 млн. га, преимущественно в полупустынных засушливых областях. Из них около 30 млн. га — это солонцовые земли в зонах черноземов и каштановых почв, более обеспеченных естественным атмосферным увлажнением, где возможно их освоение без искусственного орошения. До последнего времени эти земли использовались лишь как низкопродуктивные естественные сенокосы и пастбища. Почвоведы Казахстана под руководством В. М. Боровского решили начать наступление на эти почвы и после многолетних исследований и полевых опы-

тов доказали, что их продуктивность может быть повышеиа в несколько раз путем особых мелиоративных приемов, прнчем не такнх уж сложных.

Сухостепной солонец Казахстана — почва крайне неприятная. В естествениом состоянии он несет иа своей растрескавшейся поверхности редкий покров угнетениых растеинй, более илн меиее приспособившихся к столь негостеприимиой экологической обстановке. Профиль солонца сложный, сильио дифференцнрованный: под маломощным, слабогумусированиым горизоитом А лежит плотиый глиеистый призмовидный или глыбистый солонцовый горизонт В, обменный комплекс которого в разной степени насыщеи катноиом натрия; ниже горнзонта В лежит горизоит аккумуляции карбоната кальцня, гнпса н водорастворимых солей. Реакцня почвы щелочная, физические свойства крайие иеблагоприятны для растеиий. Солонцовый горизонт в сухом состоянии очень плотный, во влажном — мажущийся, вязкий, разбухает н стаиовится водоиепроницаемым и весиой мешает своевременному просыхаиию почвы. Без коренной мелиорации осваивать такую почву бесполезно: деньги и труд нстратишь зря.

Почвоведы устаиовили, что подход к освоеиию солонцовых земель должен быть разным, в завнсимости от их прнродных особеииостей н мелиоративиой оцеики. Для каждой группы солонцовых земель разработаны свон, особые техиологии коренной мелиорацни и хозяйствениого освоения. Для первоочерединого освоения выбрано 15,4 млн. га, нз которых 3,4 млн. га отводятся под луга с миоголетнними солеустойчивыми травами; 0,9 млн. га нуждаются в фитотехннческой мелиорации с помощью спецнальиой обработкн почвы и посева специфнческнх культур-освоителей; 10,1 млн. га требуют «самомелиорацни» с использованием в качестве мелио-

рантов извести и гипса, содержащихся под солонцовым горизонтом, которые необходимо переместить к поверхности и перемешать с солонцовым и надсолонцовым горизонтами с помощью плантажной (глубокая вспашка с оборотом пласта) и ярусной (перемещение глубоких горизонтов почвы в новые слои) вспашки, внутрипочвенного фрезерования; 1 млн. га подлежат химической мелиорации путем внесения гипса или фосфогипса (отход производства суперфосфата на химических комбинатах).

Технологии разработаны, составлены почвенные карты территорий, подлежащих освоению и мелиорации почв. На опытных полях колхозов и совхозов получены первые обнадеживающие результаты. Сейчас нужно резко укрепить и повысить, прежде всего, кормовую базу животноводства республики и прекратить деградацию обширных пастбищных земель.

Однако солонцы есть не только в Казахстане. Немалую территорию занимают они на юге Украины, в степном Крыму. Там тоже есть свои проблемы рационального использования и повышения продуктивности этих «пасынков природы», которыми занимаются ученые. Много сил, энергии отдала делу изучения солонцов Анна Васильевна Новикова, доктор сельскохозяйственных наук, работающая в Украинском НИИ почвоведения им. А. Н. Соколовского. Свои позиции она подкрепляет результатами многократно проверенных полевых опытов, теоретической обоснованностью практических рекомендаций. Плантажная вспашка, глубокое рыхление в комплексе с рациональным мелиоративным севооборотом позволили сделать продуктивными тысячи гектаров солонцов Крыма благодаря разработкам А. В. Новиковой.

А в основе всех этих работ лежат глубокие теоретические исследования солонцов, проведенные в

середине нашего столетия классиками русского почвоведения — К. К. Гедройцем, И. Н. Антиповым-Каратаевым, Е. Н. Ивановой, В. А. Ковдой, плеядой советских почвоведов. На прочном теоретическом фундаменте строится мелиорация засоленных и солонцовых почв.

Много славных имен можно назвать среди почвоведов страны, обо всех не расскажешь на страницах небольшой книги. Но нельзя не вспомнить добрым словом Героя Социалистического Труда Тамару Никандровну Кулаковскую, многие годы возглавлявшую Западное отделение ВАСХНИЛ. В значительной степени это ее заслуга, что Белоруссия сейчас выходит в стране на одно из первых мест по урожайности сельскохозяйственных культур, причем на территории всей республики, а не на отдельных рекордных полях. Важно, что ведь это достигнуто не на черноземах, не в благодатном климате Кубани или Молдавии, а на беднейших подзолистых почвах той самой Белоруссии, которая до Октябрьской революции считалась нищенской окраиной России, а позднее довольно бесперспективным в земледельческом отношении регионом. Конечно, в Белоруссии работал и работает большой коллектив почвоведов, агрохимиков, мелиораторов, специалистов разных отраслей емледелия, но ведь всю эту потенциальную силу надо было организовать, поднять, направить на решение главной проблемы — обеспечение повышения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия. И это было сделано Т. Н. Кулаковской. Именно благодаря ее работам в республике был создан четкий образ плодородной культурной почвы, как теперь принято говорить — модель плодородной почвы. А специалисты по технике и организации производства реализовали эту модель на полях.

Герой Социалистического Труда, член-корреспондент Академии наук СССР Борис Александрович Неунылов всю свою творческую жизнь отдал рисосеянию на Дальнем Востоке. Бывший партизан, он хорошо помнит «штурмовые ночи Спасска», но больше всего воспоминаний связано со штурмом малярийной болотной низменности вокруг озера Ханка и превращением ее в рисовые поля. Почвы рисовых полей — это особые почвы, значительную часть вегетационного сезона покрытые водой (рис выращивается при затоплении). В науке про них мало что было известно, когда началось освоение дальневосточных земель под рисосеяние, да и район-то этот на самом северном пределе распространения риса.

В условиях рисосеяния при затоплении в почве развиваются интенсивные восстановительные процессы, появляются токсичные для растений, в том числе и для риса, восстановленные соединения железа, марганца, фосфора, серы, непредельные углеводороды. На полях идет «культурное заболачивание». Исследованию этих процессов посвятил свои работы Б. А. Неунылов. В своей докторской диссертации он детальнейшим образом исследовал окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей и на этой основе дал практикам рекомендации по поддержанию оптимального состояния почв. На основе его работ создана современная технология выращивания риса на северной границе этой культуры.

Сейчас Б. А. Неунылову много лет, к восьмому десятку приближается. Но и теперь за ним не угонишься, когда он отмеривает километры по сихотэалинским сопкам, а его темпераменту на научных заседаниях могут позавидовать многие молодые. Постоянный труд на природе (а почвовед бо́льшую часть своей жизни проводит в поле) позволяет

человеку долго сохранять молодость души и тела, быть активным и жизнерадостным.

Итак, почвоведы многое могут. Они могли бы и еще больше, если бы всегда прислушивались к их советам и заключениям. Ну, да к этому дело идет. Люди все отчетливее сознают, что потерять почву из-под ног очень просто неразумным хозяйствованием, а вот превратить бесплодную пустыню в цветущий сад или бесплодную почву в плодородную — это значит совершить чудо. Чудеса совершать можно, но лучше все-таки не терять почву, не губить ее.

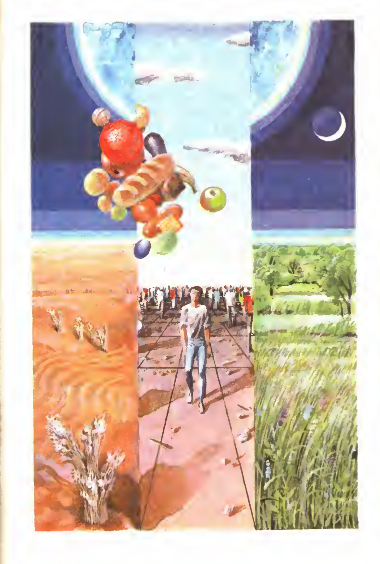
Охрана и улучшение почв

Можно ли управлять сложной системой? В результате бессистемного, часто нерационального использования почвенный покров планеты оказался сильно нарушенным. А ведь наша планета не такая уж большая, размеры ее ограничены, ограничен и почвенный покров — основа жизни, основа благополучия человечества.

Выход один — умело управлять почвенными процессами, направляя их в нужную сторону, для того чтобы обеспечивать возрастание почвенного плодородия.

Возможно ли это? Теория почвоведения и передовой опыт мирового земледелия свидетельствуют о том, что при рациональном, экологически обоснованном землепользовании, при достаточном вложении средств и труда плодородие почвы может поддерживаться бесконечно долго. Для этого надо лишь знать законы, управляющие жизнью почвы, ее плодородием.

Раньше люди опытным путем, методом проб и ошибок, в течение тысячелетий постигали сложные законы природы, управляющие почвенным плодородием. За ошибки приходилось да и сейчас еще приходится



расплачиваться дорогой ценой — безземельем, голодом, нищетой целых стран и народов. Почвоведение есть теория плодородия почв. Важно использовать это оружие во всей его мощи.

Дело в том, что природная почва имеет одну очень важную особенность, которая должна быть положена в основу технологии расширенного воспроизводства, повышения почвенного плодородия: чем больший мы получаем урожай, т. е. чем больше мы из нее берем, тем выше ее плодородие. Казалось бы, должно быть наоборот. Но нет, такой парадокс действительно существует, и он легко объясним. Чем больший урожай дают выращиваемые на почве растения, т. е. чем большая создается биомасса, тем выше, с одной стороны, биологическая активность почвы, а с другой — больше растительных остатков поступает в почву для образования гумуса. Все это ведет к усилению мобилизации питательных веществ, повышению структурности, улучшению физических свойств почвы. Значит, в следующем цикле почва способна будет дать еще больший урожай, и так до бесконечности: больше урожай — выше плодородие, выше плодородие — больше урожай.

Проблема в том, как получить этот высокий урожай. Ведь он определяется не только почвой, но всем сложным комплексом разнообразных факторов: во-первых, генетической природой растения, его способностью фотосинтетически усваивать и преобразовывать солнечную энергию, усваивать питательные вещества и воду из воздуха и почвы (одно дело — лен, другое — пшеница, третье — чайный куст; одно дело — пшеница Безостая-1, а другое — Саратовская-29), каждый вид и сорт растений имеет свои генетические особенности, отражающиеся на урожайности; во-вторых, состоянием погоды в данном вегетационном сезоне: год может быть засушливым или

избыточно влажным, осадки могут выпасть или слишком рано, или слишком поздно, могут случиться поздние весенние или ранние осенние заморозки и т. д.; в-третьих, состоянием всей биоты (комплекса организмов) на том или ином поле: развитие сорняков, вредителей или, наоборот, полезных организмов, например опылителей гречихи, болезнетворных микроорганизмов, вирусов и т. п.; в-четвертых, использованием земледельческой технологии (когда и как обработано поле, когда, как и чем оно засеяно, как ухожены посевы и т. д.). Это исключительно сложный комплекс самых разнообразных факторов, или, говоря математическим языком, бесконечное число переменных величин, от которых зависит конечный результат.

Теоретически плодородие почвы может бесконечно поддерживаться и расти, на практике же, к сожалению, преобладает другая тенденция. Получить высокий урожай, да еще и на большой площади, с разнообразием почвенных или иных условий, — это искусство.

Мы все более и более совершенствуем генетическую природу растений, создавая новые высокоурожайные и высокоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур, например сорта пшеницы, урожайность которых превышает 150 ц/га (при средней мировой урожайности 17 ц/га); учимся не только хорошо предсказывать погоду, но и управлять ею, используя искусственные дожди и противоградовую службу; учимся управлять биотой, применяя гербициды, пестициды, фунгициды, биологические методы контроля; совершенствуем агротехнологию, применяя новые машины, удобрения, лучшую организацию производства и т. д. Всё это уже дает свои плоды, а в будущем даст еще большие.

Но вернемся к почве. Вторая особенность почвы,

определяющая ее плодородие, — это наличие лимитирующих факторов, таких свойств или особенностей почвы, от минимального или, наоборот, максимального значения которых в конечном счете зависит ее плодородие. Для разных почв лимитирующие факторы разные: в одних случаях — избыточное содержание солей, высокая влажность, щелочность, плотность, цементированные твердые прослои, в других — недостаток элементов питания, избыток токсичных соединений. Может быть и комплекс лимитирующих факторов в одной и той же почве, например высокая щелочность и дефицит воды.

Если почва засолена, но все ее другие свойства благоприятны для земледелия, то ее просто сделать плодородной: вымыть водой избыток солей и не допускать их возврата (таким путем мелиорированы миллионы гектаров продуктивных земель в пустынях и полупустынях Средней Азии и других регионов мира). Если почва избыточно кислая, но другие свойства ее благоприятные, то ее можно произвестковать, и она будет достаточно плодородной.

Итак, зная природу лимитирующих факторов, можно управлять ими, изменяя свойства почвы в нужном для нас направлении. При этом не следует забывать, что изменение одного какого-то свойства почвы влечет за собой, как правило, изменение других ее свойств, что требует очень осторожного, комплексного подхода к любым видам мелиорации.

Описанное явление известно в агрохимии как «закон минимума», открытый немецким агрохимиком Ю. Либихом еще в прошлом веке. Согласно этому закону, судьба урожая определяется тем элементом питания, который содержится в почве в минимальном количестве. Почва, например, может содержать очень много азота и достаточно фосфора, но если при этом имеется дефицит калия, то именно он и

«Бочка плодородия», иллюстрирующая закон минимума Ю. Либиха: уровень плодородия определяется тем компонентом или фактором, который находится в данный момент в минимуме.



скажется на величине урожая. Этот закон обычно иллюстрируется наполненной водой бочкой, сделанной из звеньев разной высоты: уровень воды в ней будет зависеть от высоты самой маленькой планки. Каждый вид почвы имеет свой «минимум», подлежащий мелиоративному воздействию. Именно на базе закона минимума и должна строиться мелиорация почв, направленная на регулирование того или иного лимитирующего фактора.

Экологические основы разумного подхода. Когда мы говорим о разумном использовании почвы, то имеем в виду, прежде всего, экологическую обоснованность наиболее эффективного использования каждого участка земли. А каждый участок земли имеет свои природные особенности. Если их не учитывать, то, во-первых, можно получить желаемый результат слишком дорогой ценой, неэффективно, неэкономично, а во-вторых, можно разрушить почву, превысив предел ее природной устойчивости.

В природе имеется большое разнообразие почв.

Это связано с рельефом земной поверхности, лежащей на поверхности горной породой, условиями увлажнения и дренажа. Растительный покров состоит из тысяч видов растений и их сообществ. Например, сосна или ель может расти и в чистых сосновых или еловых лесах с моховым (сфагнум, кукушкин лен и др.) или травяным напочвенным покровом, и в смеси с дубом, березой, осиной, буком, липой и другими деревьями. А сочетания различных трав могут быть бесконечно разнообразными. И все это разные экологические условия и хоть чуть-чуть, но разные почвы.

Когда же человек сменяет это бесконечное разнообразие природной растительности на нужные ему немногочисленные сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на больших площадях, нарушается экологическое равновесие. Одну и ту же культуру, например пшеницу или рожь, мы выращиваем на очень разных почвах, желая получить одинаково высокую урожайность. Но природа этого не допускает, в ней одно другому экологически соответствует в результате длительной ее эволюции. Поэтому пшеница на одной почве будет расти хорошо, на другой — плохо.

Отсюда важнейшая экологическая задача земледелия — сделать поле однородным, ликвидировать его природную пестроту. Иногда это сделать довольно просто, а иногда — очень трудно (в Нечерноземной зоне). Все зависит от тех природных условий, в которых ведется земледелие. На обширных равнинах степей с обыкновенными черноземами однородное поле площадью 200—300 га не редкость. В сухих степях черноземы и каштановые почвы перемежаются засоленными почвами, солонцами и солодями; здесь уже трудно найти однородное поле в 50—100 га. А скажем, в северных районах Смолен-

ской области средний размер однородного поля едва достигает 1 га.

Пестрополье — одна из важных проблем земледелия, решать которую необходимо с помощью длительного целенаправленного мелиоративного воздействия. Здесь можно многого добиться и планировкой полей, и разнообразием глубины обработки, разными нормами полива, разными дозами удобрений. Конечно, все это выполнимо, если есть детальная почвенная карта, позволяющая дифференцировать агротехнику, показывающая, что и как нужно делать на том или ином участке.

Посмотрим на примере, к чему ведет пестрополье и неучет этого явления вместе с обычным «средним» подходом.

Допустим, в разных точках поля (для получения «достоверного среднего результата») взяли восемь образцов почвы и, выполнив анализ в лаборатории, нашли следующее содержание в них доступного растениям азота: 16 — 15 — 12 — 10 — 7 — 5 —4 — 3 мг/100 г, в среднем 9 мг/100 г. Допустим далее, что для получения хорошего урожая нам нужно иметь в этой почве 15 мг/100 г. Что мы делаем? Вычитаем 9 из 15 и получаем, что в среднем не хватает 6 мг/100 г. Рассчитываем дозу удобрения и вносим, соответственно, недостающие в среднем 6 мг/100 г на все это поле равномерно. Простое сложение (16+6; 15+6; ...3+6) показывает, что ни на одной из точек поля мы не получили нужных 15 мг/100г и либо создали избыток азота, либо сохранили его дефицит. Для урожая вредно и то и другое.

То же самое относится и к любым другим агротехническим или агрохимическим приемам выращивания растений. На орошаемых полях в условиях пестрополья мы имеем то дефицит, то избыток воды, что усиливается еще и неравномерностью работы по-

ливальных агрегатов: то одна форсунка выйдет из строя, то другая. А ведь культурные растения очень чувствительны как к дефицнту, так и к нзбытку каких-либо факторов жизнеобеспечения. Все это в конечном результате ведет к пестроте урожаев и существенному недобору сельскохозяйственной продукции. Бороться с этим явлением можно только одним путем — ликвидировать пестрополье, применяя дифференцированную комплексную мелнорацию на основе детальной почвенной карты каждого поля, каждого земельного массива.

Необходимо использовать каждый земельный участок в соответствии с его природным потенциалом. Очень разные экологические условия складываются на речной пойме, террасах реки, на склонах и на прнводораздельной равнине. Использовать эти земли надо различно: где распахать поля, где посадить лес, организовать сенокос нли пастбнще, где посеять полевые культуры, а где — овощи.

В соответствии с различиями в почвенных и климатических условиях разные территории нмеют разные потенциальные возможности для выращнвания тех или иных культур, для ведения земледелия или пастбищного животноводства.

Разные культуры предъявляют разные требования к почвам. Одни из них засухоустойчивы н не выносят избыточного увлажнения, например пшеница твердых и сильных сортов с большим содержанием клейковины в зерне; другие, наоборот, влаголюбивы. Большинству растений нужна нейтральная реакция почвы, но есть и такие, которые предпочитают умеренно кислую почву, — лен, картофель, чайный куст. Все это разнообразие требований культурных растений и свойств почв должно находиться в экологическом равновесии.

Есть несколько способов достижения этого равно-



весия, соответствия между требованиями растений и особенностями почв: подбор нужных почв для той или иной культуры; подбор наиболее подходящих культур для той или иной почвы; изменение селекцией генетических свойств культур для выращивания на той или иной почве; мелиоративное изменение почв в целях выращивания какой-то определенной культуры. Конкретный выбор одной из этих четырех стратегий достижения экологического баланса определяется ее экономической эффективностью в данных условиях, имеющимися средствами и ресурсами. Как правило, выбирается наиболее простой и дешевый путь.

Особенно большое экологическое значение имеет правильная организация любой территории, т. е. оптимальное соотношение между тем, что нужно, и тем, что можно. В природе отнюдь не всё можно, а потребности людей всё возрастают. Мы не можем распахать все земли, нам нужны лес, пастбища, заповедники нетронутой природы, зоны отдыха. Определить оптимальные соотношения разных видов землепользования, их приуроченность к разным видам почв — важнейшая задача почвенно-экологических исследований. Эти экологические соотношения должны быть определены в разных масштабах — для колхоза, совхоза, района, области, республики, страны в целом, а в рамках международного сотрудничества и для всего мира.

Комплексное преобразование природы. Распахивая почву, изменяя ее мелиоративными или простыми агротехническими приемами, выращивая на ней немногочисленные сельскохозяйственные культуры, мы тем самым резко нарушаем сложившееся веками течение природных процессов, преобразуем не только почву, но и всю включающую ее экосистему.

Таким образом, каждый вид землепользования — это своеобразное преобразование природы. Если человек изменяет лишь один элемент природного комплекса — почву, он не должен забывать о многочисленных побочных последствиях, о природном комплексе в целом. По сути дела, при сельскохозяйственном использовании земли речь идет о комплексном преобразовании природы в каждом конкретном случае. А обработка почвенного покрова на многих миллионах и миллиардах гектаров преобразует природу крупных регионов мира и даже целых континентов.

До сих пор такое комплексное преобразование природы обширных территорий планеты совершалось стихийно, что и привело к современным экологическим проблемам глобального масштаба, в частности к потерям огромной площади пахотопригодных земель.

Распахивая большие пространства целинных земель, человек преследовал только одну цель — развитие земледелия для получения продовольствия и другой растительной продукции. Побочные следствия этого, как правило, были неблагоприятными: нарастание засушливости климата, исчезновение поверхностных (малые реки) и грунтовых вод, заиливание водоемов, ускоренная эрозия и дефляция почв, образование и расширение подвижных барханных песков, исчезновение многих видов растений и животных или резкое сокращение их численности, обострение проблемы растительного топлива и древесных стройматериалов, падение плодородия почв, загрязнение (в частности, сильное запыление) атмосферного воздуха.

Распахивая земли в верховьях рек, человек не думал о том, что жители низовьев будут страдать и даже погибать от все усиливающихся наводнений; развивая орошаемое земледелие в верховьях рек, пе-

ресекающих пустыни и полупустыни, он не помышлял о том, что земли низовьев будут засоляться и выходить из строя, что приведет к разорению и бедствиям живущих там людей.

А можно ли целенаправленно преобразовывать природу, заставить весь природный комплекс развиваться в благоприятном для человека направлении?

Впервые вопрос о необходимости целенаправленного комплексного преобразования природы в благоприятном для человека направлении поставил великий русский ученый В. В. Докучаев, показавший на примере черноземных степей не только то, что нужно делать, но и как это нужно делать. Мало того, он создал реальную модель комплексного преобразования природы степи, превратив страдающую от засух и эрозии Каменную степь Воронежской области в цветущий высокопродуктивный ландшафт. Это яркий пример экологически сбалансированной рукотворной агроэкосистемы, которая бесконечно долго может служить человеку, все увеличивая свою продуктивность по мере научно-технического прогресса без каких бы то ни было неблагоприятных экологических последствий.

Сейчас в нашей стране поставлена задача сделать все земледелие, все сельскохозяйственное производство почвозащитным. Для этого есть все условия: есть теория почвозащитного земледелия, на многих миллионах гектаров внедряются бесплужное земледелие, безотвальная вспашка, минимальная обработка почвы, противоэрозионная технология, стерневые посевы, кулисные посевы, специальные почвозащитные севообороты. Для разных по природным условиям регионов страны разработаны и внедряются свои особые, зональные системы земледелия. Промышленность дает сельскому хозяйству все больше машин для почвозащитного земледелия.

Несколько слов нужно сказать о бесплужном земледелии.

Вспашка была изобретена человеком на заре земледелия, около 10 тыс. лет назад, землю обрабатывали сначала палкой, потом мотыгой, потом сохой, затем железным плугом и, наконец, сложным многокорпусным тракторным или даже электрическим плугом.

Зачем же нужно поле пахать? Чтобы обеспечить культурным растениям достаточно рыхлый водо- и воздухопроницаемый корнеобитаемый слой с благоприятными свойствами; уничтожить природную растительность, а на длительно обрабатываемых полях — сорняки, забивающие посевы и перехватывающие у культурных растений элементы питания и воду; мобилизовать элементы питания почвы, в частности содержащиеся в почвенном гумусе, и перевести их в доступные растениям формы, накопить в почве нужную растениям воду.

Но вспашка имеет и негативные стороны. Она приводит к ускоренной минерализации почвенного гумуса, выносу запаса питательных элементов, разрушению почвенной структуры и распылению почв, а следовательно, их ускоренной эрозии. Вспашка почвы удорожает стоимость сельскохозяйственного производства из-за расходов на огромное количество горючего.

При определенных условиях можно отказаться от вспашки. В засушливых районах она резко увеличивает расход почвенной воды и минерализацию гумуса. Для накопления влаги, борьбы с сорняками и мобилизации элементов питания обязательно нужен черный пар в севообороте, а также внесение минеральных удобрений и применение химических гербицидов.

Сейчас у нас в стране бесплужное земледелие с

минимальной обработкой почвы по системе академика ВАСХНИЛ А. И. Бараева, или по системе земледельцев Полтавской области, распространяется все шире, давая хорошие результаты. Применяется оно и в других странах, например в Канаде и США.

Перспективы Нечерноземья. Издавна сложилось мнение о Нечерноземной зоне как малоперспективной в земледельческом отношении, поскольку преобладают в ней «природно неплодородные» подзолистые да заболоченные почвы, глины да пески. Противопоставляется она Черноземной зоне — житнице страны, продуктивность которой обязана природному плодородию чернозема. Это противопоставление не такое уж безусловное, как кажется на первый взгляд, а имеющиеся факты заставляют задуматься не только практиков, но и теоретиков почвоведения.

Каждому грамотному человеку в общем-то известно, что чернозем — это «царь почв», считающийся эталоном почвенного плодородия, что черноземы распространены в степной зоне, а для более северных лесных зон характерны подзолистые и в разной степени оподзоленные или заболоченные малоплодородные почвы. Так-то оно так, но попробуем поставить вопрос иначе: могут ли быть почвы Нечерноземной зоны более плодородными, чем чернозем? Не задумываясь, почти каждый ответит: «Нет, не могут». А если задуматься да внимательно посмотреть, какие же есть факты на этот счет, то ответ может оказаться не таким уж простым и отнюдь не однозначным.

Общая биомасса природной растительности в лесах южной тайги (сосняки, ельники, дубравы) на подзолистых и близких к ним почвах составляет 280—400 т/га, а в луговых и умеренно засушливых степях на черноземах — 25 т/га, т. е. в 10—15 раз меньше при весьма небольшом различии в годовой

продукции биомассы (7—9 т/га в лесах и 11—13 т/га в степях).

Расположенная целиком в Нечерноземной зоне Белоруссия вот уже многие годы стабильно получает в среднем 34 ц зерна с гектара, а в Центральночерноземном районе (Воронежская, Белгородская, Курская и ряд других областей) многие годы средние урожаи зерна никак не поднимутся выше 20 ц/га. И тракторов вроде столько же, и минеральных удобрений, а результаты разительные.

И Белоруссия, и центральные области нечерноземной России находятся в примерно одинаковых природных условиях, близки здесь и подзолистые почвы, характерные для всего Нечерноземья, а результаты земледелия? Хорошо если 15 ц/га получают земледельцы в центре России.

И еще один пример. Гольштейн — территория на севере ФРГ, близ побережья Северного моря. В XVII—XVIII вв. «гольштинские немцы» считались одним из беднейших народов Европы: ничего-то не росло на их бесплодных подзолистых почвах. Так было. А сейчас? Шлезвиг — Гольштейн — это процветающий край ФРГ. Здесь урожай зерна, причем зерна высшего качества, — 70 ц/га, а есть и «Клуб сотников» — ассоциация фермеров, стабильно получающих более 100 ц/га.

Ну и наконец, вспомним знаменитые крестьянские огороды, окружавшие деревни и села по всей необъятной нечерноземной России. Урожаи на них получали выше, чем на помещичьих полях.

Все приведенные примеры говорят об одном: урожай зависит не только, а иногда и не столько от природного качества почвы, сколько от умения человека вырастить его. Практически на любой почве можно вырастить хороший урожай, если приложить руки, в частности на подзолах и заболоченных почвах Не-

черноземья. Нужно только знать, как это сделать, и терпеливо, добросовестно трудиться. И здесь мы подходим к важнейшей теоретической и практической проблеме почвоведения — к проблеме плодородия. Как измерить его и оценить? Как управлять им для получения нужных нам результатов?

Необходимо понимать существенное различие между потенциальным и эффективным плодородием. Почва может иметь очень большой запас органического вещества, гумуса, но этот запас будет «мертвым», неактивным; в ней может содержаться много азота, фосфора, калия, кальция и других элементов, но в форме таких химических соединений, которые недоступны корням растений. А может случиться, что и гумус активный, и доступных элементов минерального питания много, а какие-то иные факторы сдерживают нормальное развитие растений, например слишком высокая кислотность, либо недостаточная ее аэрация, либо неудовлетворительный водный режим. Потенциально почва может быть очень плодородной и иметь одновременно весьма низкое эффективное плодородие. Так, к сожалению, часто бывает с черноземом, который потенциально является очень плодородным, а вот эффективное его плодородие, от которого, собственно, и зависит урожай, требует больших забот земледельца, который не всегда грамотно различает это, наивно полагая, что раз почва черная, рыхлая, мощная, то и заботиться о ней не надо; дескать, само все вырастет. Именно поэтому на черноземах конечный результат, т. е. урожай, может быть значительно ниже, чем на подзолистой почве, а подзолистая почва может оказаться более плодородной у умного земледельца, чем чернозем.

Вернемся к Нечерноземной зоне и ее почвам, посмотрим, что нужно для того, чтобы сделать их плодородными.

В природном состоянии почвы Нечерноземной зоны имеют свойства, крайне неблагоприятные для большинства сельскохозяйственных, садовых и огородных растений, весьма требовательных и «изнеженных» человеком. Две большие группы почв составляют земной покров этой зоны: повышенные и склоновые формы рельефа заняты подзолистыми почвами разных видов, а разнообразные понижения — заболоченными и болотными почвами; кроме того, в поймах рек распространены различные аллювиальные (наносные) почвы.

Подзолистые почвы, как правило, имеют сильно дифференцированный на горизонты профиль: верхняя часть его представлена элювиальными горизонтами, из которых вымываются вниз продукты разложения минералов, а нижняя — иллювиальными, куда вмываются эти вещества. Уплотненные нижние горизонты служат водоупором для просачивающейся сверху воды, что приводит к ее застою весной и осенью, ухудшению аэрации всей почвенной толщи и развитию восстановительных процессов в условиях поверхностного переувлажнения. Гумус этих почв подвижный, кислый, агрессивный, да и содержание его в почве небольшое. Почвы кислые, обедненные щелочными и щелочноземельными катионами, в обменном комплексе содержат преимущественно водород и алюминий. Они бедны элементами минерального питания растений, имеют плохую структуру.

Чтобы сделать такие почвы устойчиво плодородными, необходимо провести глубокую комплексную мелиорацию, используя в общем-то несложные агротехнические и агрохимические приемы. Но самое главное — оптимальное состояние почвы необходимо поддерживать постоянно для обеспечения длительного воспроизводства почвенного плодородия. И второе важное правило: во всех случаях необходим

именно комплекс мер, а не какой-то один прием, поскольку приходится иметь в виду одновременную оптимизацию физических, химических и биологических процессов, причем для легких (песчаных и супесчаных) и тяжелых (суглинистых и глинистых) почв необходимо предусматривать разные комплексы мероприятий.

Чтобы «окультурить» тяжелые подзолистые почвы, необходимо, прежде всего, уничтожить их природные генетические горизонты и создать новое строение профиля. Это достигается сочетанием вспашки с глубоким рыхлением. Вспашкой мы перемешиваем верхний гумусовый горизонт с подстилающим его подзолистым и создаем новый однородный корнеобитаемый слой с поверхности, мощность которого должна быть 25—30 см. Глубокое рыхление разрушает внутрипочвенный водоупор нижележащего иллювиального горизонта и делает его водо- и воздухопроницаемым. Однако этого чисто физического воздействия на почву мало. Необходимо вносить большие дозы органических удобрений, особенно навоза, и обязательно сочетать с известкованием. Внесенное органическое вещество по мере разложения превратится в почвенный гумус, который, будучи насыщенным кальцием извести, будет способствовать образованию и сохранению агрономически ценной комковатой структуры пахотного слоя. Кальций извести при этом будет одновременно нейтрализовать как актуальную, так и потенциальную кислотность почвы, препятствовать вредному действию обменного алюминия. Рыхление почвы, причем не обязательно вспашкой с оборотом пласта при отсутствии сорняков, а даже лучше безотвальной обработкой (на огороде или в саду не лопатой, а вилами), ее известкование и обогащение свежим органическим веществом надо периодически повторять, добиваясь наиболее опти-

мального состояния и поддерживая его на необходимом уровне.

Таким образом, мелиорированная, «окультуренная» подзолистая почва должна иметь достаточно мощный (25—30 см) и рыхлый (с плотностью 1,0—1,2 г/см^3) комковатый пахотный горизонт, содержащий 3—4% гумуса и имеющий близкую к нейтральной реакцию (pH 6,0—6,5). Подстилающий его горизонт должен быть достаточно водо- и воздухопроницаемым, чтобы не допустить весеннего и осеннего переувлажнения пахотного слоя.

Для того чтобы поддерживать эффективное плодородие такой почвы на высоком уровне, необходимо регулярное внесение минеральных удобрений, причем не только содержащих азот, фосфор и калий, но и микроудобрений, содержащих марганец, цинк, медь и другие нужные растениям микроэлементы. Дозы удобрений должны быть точно рассчитаны, исходя из содержания каждого элемента в почве (в форме доступных растениям соединений) и потребности в данном элементе каждой конкретной культуры. Недостаток того или иного элемента в почве даст снижение урожая, а его избыток приведет либо к загрязнению окружающей среды (например, к порче грунтовых вод и колодезной воды), либо к ухудшению качества биологической продукции вплоть до непригодности ее в пищу (например, избыток нитратов в овощах, ягодах, плодах).

Чтобы избежать утомления и истощения почвы, необходим рациональный, экологически и экономически обоснованный севооборот, т. е. закономерное чередование различных культур на одном и том же поле. Один-два раза в 7—9 лет поле должно обязательно засеиваться бобовыми культурами, а один год — отводиться под пар, т. е. оставаться незасеянным для борьбы с сорняками и оструктуривания.

Культуры сплошного посева должны чередоваться с пропашными, требовательные — с малотребовательными. Важную роль играет запашка пожнивных остатков, особенно хорошо измельченной соломы, всевозможных промежуточных культур, т. е. всякого свежего органического вещества, стабилизирующего гумусное состояние почвы, а также сорта растений, сроки их сева или посадки, борьба с их вредителями и болезнями.

Иные приемы используются при окультуривании легких подзолистых почв, особенно на мощных песках. Главное здесь — забота о гумусном состоянии почвы и резерве питательных элементов. Рыхление почвы должно быть минимальным, а дозы органических удобрений максимальными. Эти почвы чаще известкуют, поскольку кальций быстро вымывается, а минеральные удобрения вносят часто и малыми дозами, чтобы избежать вымывания и соответствующих экономических потерь и негативных экологических последствий. Если почвы слишком легкие, рыхлопесчаные, полезно (хотя это и дорого) вносить в пахотный слой суглинистые или глинистые материалы, взятые из близлежащего карьера, или торф, но не кислый верховой (сфагновый), а низинный, хорошо разложенный, нейтральный и богатый питательными веществами; или сапропель (донные отложения озер), но его надо предварительно исследовать в лаборатории: если сапропель содержит много сульфидов, то при внесении в почву он даст свободную серную кислоту, с которой будет трудно справиться даже интенсивным известкованием.

Что же касается заболоченных и болотных почв, то для них первостепенное значение имеет дренаж, т. е. регулирование водного режима при обязательном удалении избытка воды. В зависимости от того, чем вызвано переувлажнение почвы, конструкция

дренажа будет существенно разной.

Если это болото, то должен быть глубокий дренаж, отводящий всю лишнюю воду и но допускающий капиллярного подъема грунтовых вод выше определенного критического уровня, определяемого гранулометрическим составом подстилающих грунтов либо качеством торфа на торфяных болотах. Особую осторожность нужно соблюдать при осушении торфяных болот, поскольку торф обладает очень большой влагоемкостью (он может удержать до 1000% воды по отношению к своей массе), но быстро высыхает и теряет воду. Переосушка болот — это самое распространенное явление в Нечерноземной зоне.

Регулирование водного режима на осушаемых торфяных болотах — трудное дело. Кстати, в народе всегда использовали простейшие приспособления. Главное тут — двойное регулирование: осушительные канавы делаются со шлюзами, которые открываются при сбросе избытка воды весной, осенью, после сильных дождей и закрываются в сухую погоду, чтобы грунтовая вода подпитывала корнеобитаемый слой торфа. При таком регулировании водного режима на осушенных торфяных болотах создаются превосходные условия для выращивания овощей.

Минеральные болотные и заболоченные почвы дренировать проще. На болотных почвах обычно устраивают закрытый дренаж того или иного типа, а иногда комбинируют его с глубоким открытым. При закрытом дренаже на разных расстояниях по всему полю в почву закладывают в специальные траншеи трубчатые материалы вроде водопроводных труб, только пористые или перфорированные, чтобы в них собиралась вода, а затем траншеи закрывают, и поле становится сплошным, пригодным для обработки. Глубина такого дренажа бывает разная. Все дрены открываются в общий водоотводящий коллек-

тор, уходящий в конечном счете в речную сеть. При закрытом дренаже со временем образуются пробки, илистые или железистые. Это связано с жизнедеятельностью особых железобактерий, обильно размножающихся в анаэробных условиях дрен, при постоянном подтоке закисного железа, окисляя которое они получают необходимую для своей жизни энергию. Окисленное железобактериями железо выпадает в дренах в осадок в виде оксида — лимонита, а поскольку железобактерии живут большими колониями, то и образуются в местах их скопления плотные железистые пробки, бороться с которыми очень трудно. Часто приходится в этих случаях забрасывать старую дренажную сеть и параллельно ей строить новую на том же поле.

Отнюдь не все заболоченные почвы требуют глубокого дренажа. Часто достаточно бывает весной нарезать глубокие поверхностные борозды вдоль по склону, чтобы отвести избыток воды или провести дополнительное глубокое рыхление почвы. В каждом конкретном случае почвовед на основании детальных исследований строения почв, их физических свойств, типа и степени заболачивания должен определить характер необходимой мелиорации и дать свои рекомендации гидротехникам-мелиораторам, а те уже построят необходимую осушительную систему.

Комплексный подход к мелиорации почв Нечерноземья во всех случаях обязателен. Почему-то сложилось мнение, что главное здесь — осушение, что в корне не верно. Надо не осушать, а регулировать водный режим: убрать избыток воды на полях весной и осенью и компенсировать ее недостаток летом. Летом очень часто в Нечерноземной зоне не хватает воды для хорошего урожая. Раньше считалось, что главное в этой зоне — химизация. Не верно! Водный режим здесь — первая забота зем-

ледельца, в основе ее — гидрофизические свойства почвы, ее влагоемкость и водопроницаемость, оптимальное строение почвенного профиля и его структурное состояние. Но физика здесь очень тесно связана с химией: без высокой гумусированности, без насыщенности почвы кальцием хорошей структуры не создашь. А на фоне сбалансированного водно-воздушного режима нужно подумать и об оптимальном питательном режиме. Одно без другого не работает. Недооценка этого простого правила привела ко многим экономическим просчетам при развитии земледелия в Нечерноземье: хоть тоннами вноси азотные или фосфорные удобрения на почвы с неблагоприятным водным режимом или воздушным режимом — урожая не получишь. А вот комплексная мелиорация почв и культурное ведение хозяйства дают высокие результаты.

В Нечерноземной зоне есть и другая трудность по сравнению со степной — это ее рельеф. Если в черноземных степях типичны обширные выровненные пространства, на которых можно создавать однородные большие поля площадью несколько сотен гектаров, то в Нечерноземье такого простора нет: холмы, бугры да понижения, лощины, западины между ними, хорошо, коли в несколько десятков гектаров ровное поле выберешь. Поэтому пахотная площадь в Нечерноземье значительно меньше, чем в Черноземной зоне, а валовой сбор сельскохозяйственной продукции ниже. Степень распаханности черноземов достигает 80%, а подзолистых почв составляет лишь 15—20%. Если повысить вдвое распаханность Нечерноземья, то соотношение этих зон в общем сельскохозяйственном балансе страны может существенно измениться. А природные предпосылки для этого есть: если как следует управлять эффективным плодородием почв Нечерноземья, их продук-

тивность может стать не только сопоставимой с черноземом, но и превзойти его.

Таким образом, Нечерноземная зона имеет весьма большой сельскохозяйственный потенциал, если грамотно, со знанием дела подойти к его развитию, используя опыт народных земледельцев и теорию почвоведения. Сейчас мы только начинаем эту огромную работу по преобразованию Нечерноземья в богатый земледельческий край страны, но уже имеющийся опыт показывает перспективность начатого дела. Хочется надеяться при этом, что поменьше будет ошибок, поменьше «кавалерийских атак» мелиораторов, а больше спокойной, кропотливой работы на основе точного расчета и соблюдения баланса хозяйственных и экологических задач. Нельзя осушить всё, что заболочено; нельзя заменить все леса и луга на пашни. Нам нужны леса и болота. Не хлебом единым жив человек. В частности, нужны нам и нетронутые природные ландшафты Нечерноземья с их прихотливой пестротой холмов и долин, лесов и перелесков, лугов и полян, озер и речек, где отдыхается лучше, чем в экзотическом Крыму. Тютчев, Фет, Есенин, Тургенев — да разве перечислишь всех наших лириков, взращенных красотами Нечерноземья! Красивый край, а в перспективе и богатый.

Может ли Земля прокормить людей? Чтобы ответить на этот вопрос, давайте посмотрим сначала, что представляет собой поверхность нашей планеты, чем мы располагаем. Общая площадь земной поверхности составляет 510,2 млн. км^2, или около 51 млрд. га. Много это или мало? Прежде всего вычтем поверхность океана — около 36 млрд. га. Оставшиеся 15 млрд. га — это площадь суши, всего 29,2% общей

поверхности планеты. Ее приходится на каждого человека всего 3 га.

Океан, т. е. две трети поверхности планеты, — это пока резерв для будущего, который будут осваивать наши потомки. А что же такое суша земного шара, представленная континентами и многочисленными островами? 10% ее, или примерно 1,5 млрд. га, покрыто льдом: Антарктида, Гренландия, острова Северного Ледовитого океана, вершины высоких гор. Их использовать в земледелии нельзя. 20% суши, или около 3 млрд. га, — это безводные пустыни, тоже непригодные для земледелия. Имеющиеся здесь почвы местами и можно было бы распахать, но нет воды для орошаемого земледелия, а богарное невозможно. 20% суши, или около 3 млрд. га, это редколесья, саванны, опустыненные сухие степи, используемые преимущественно как пастбища. Распахать их нельзя либо из-за недостатка воды для земледелия, либо из-за крайне низкого природного плодородия почв. 30% суши, или около 4,5 млрд. га, — это леса, преимущественно горные, на вечной мерзлоте или заболоченные, где пахотопригодные земли встречаются редко. 10% суши, или 1,5 млрд. га, — это водоемы, болота, застроенные земли, разрушенные бедленды, где для пашни тоже места нет.

Оставшиеся 10% суши, или 1,5 млрд. га, — это пашня, которая кормит человечество. Еще 1 млрд. га для будущей пашни можно найти среди лесных и пастбищных земель. Как видим, баланс неутешительный: на каждого живущего сейчас человека приходится 10 га всей поверхности планеты, 3 га суши, 0,5 га пахотопригодной земли и только 0,3 га пашни. Вот и все, чем мы располагаем. По своей природе земельный фонд планеты, ее почвенный покров ограничен, конечен и не может быть увеличен.

Площадь пахотопригодных земель в расчете на

одиого жителя плаиеты постояиио умеиьшается. Процесс этот в XX столетии идет особеиио быстрыми темпами. На одного жителя земиого шара в 1900 г. приходилось 1,5 га пахотопригодной земли, в 1975 г. — 0,58 га, в 1980 г. — 0,55 га, в 1987 г. — 0,50 га, а в 2000 г. придется 0,41 га (если будет 6,1 млрд. жителей Земли, как прогиозируется).

Это происходит в связи с быстрым ростом населения плаиеты, с одной стороны, и постояииыми потерями пахотных почв — с другой. В 1985 г. иа каждого жителя планеты было 0,33 га пашни, а в 2000 г., вероятио, будет всего 0,24 га. Сейчас голодает каждый четвертый — пятый житель плаиеты. Чтобы досыта иакормить людей, иужио прекратить опустошительные войиы и устаиовить всеобщий, прочиый мир иа Земле, добрососедские отношения между странами и народами; покончить с гоикой вооружений, а освободившиеся средства иаправить иа решеиие продовольствеииых и экологических проблем; ввести справедливое распределеиие продовольствия между всеми жителями Земли.

Необходимо всеми возможиыми законодательиыми, экономическими, техническими мерами прекратить деградацию почв, падение их плодородия, потери земли. По мере иадобиости можио использовать имеющиеся резервиые земли и довести общую площадь пашии в мире до 2—2,5 млрд. га, что технически вполие возможио при условии прекращения потерь продуктивиых почв. Мы говорим о пахотопригодиых землях с современной точки зрения. В будущем этот вопрос может рассматриваться ииаче: что ие доступио сейчас, может оказаться доступным завтра. Надо всеми имеющимися техническими и экономическими средствами в несколько раз повысить продуктивность каждого гектара пашии. Можно это сделать? Очень трудио, очеиь дорого, ио можио.

Главные продовольственные культуры мира — это пшеница, рис и кукуруза. Урожайность пшеницы на опытных станциях в разных природных условиях — 100—120 ц/га (есть данные и о 150—170 ц/га), средняя урожайность ее в ряде стран — 50—70 ц/га, а средняя урожайность в мире — всего 17 ц/га. То же в отношении риса: на опытных станциях урожайность 140—160 ц/га, средняя в ряде стран — 70—80 ц/га, а средняя мировая — 24 ц/га. По кукурузе: 130 ц/га на опытных станциях, 50—60 ц/га в среднем по некоторым странам и 28 ц/га в среднем по всему миру. Повсеместное использование тех технологий, которые применяются на передовых опытных станциях, позволило бы поднять урожайность главных продовольственных культур в 6—10 раз уже сейчас. Такой рост урожайности, конечно, трудно достижим, прежде всего из-за сложных социально-экономических условий и недоступности передовой технологии для большинства земледельцев мира. Но в далекой перспективе он возможен. И наконец, необходимо всеми силами сократить огромные потери производимого продовольствия при его хранении, перевозках, переработке, использовании. Сейчас уничтожается вредителями, гниет, идет в отходы минимум 30% всего производимого сельскохозяйственного продукта.

Итак, если распахать имеющиеся резервы продуктивных земель, свести до минимума потери почв и их деградацию, в 5—10 раз повысить урожайность каждого гектара пашни, исключить потери продовольствия, то в потенциале Земля сможет обеспечить питанием столько людей, сколько их будет на планете.



Как стать почвоведом и где приложить свои силы и способности

Специалисты-почвоведы могут работать в различных отраслях народного хозяйства — в сельском и лесном хозяйстве, в системе охраны окружающей среды, в водохозяйственном, дорожном строительстве, в медицине и микробиологической промышленности. Готовят почвоведов в университетах и сельскохозяйственных институтах. В более ограниченном объеме изучают почвоведение в педагогических, гидромелиоративных, землеустроительных вузах, а также географы, геологи, биологи, лесоводы.

В Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова есть факультет почвоведения. Биолого-почвенные факультеты существуют в нескольких крупнейших университетах страны: Ленинградском, Воронежском, Ростовском, Ташкентском, Иркутском, Казанском, Дальневосточном (Владивосток), Новосибирском. Кафедры почвоведения есть и во многих других университетах.

В Московском университете на факультет почвоведения ежегодно принимается 100 человек. Вечернего или заочного отделения здесь нет. В других университетах ежегодный прием составляет 50—75 человек, а в ряде университетов есть и заочные отделения. Университеты страны ежегодно выпускают для народного хозяйства около 500 высококвалифицированных специалистов-почвоведов широкого профиля. Они работают в основном в учреждениях Академии наук СССР, ВАСХНИЛ, Госагропрома, Госкомнаробраза, Госкомгидромета, Госкомлесхоза, Госмедбиопрома, Минводхоза.

В системе Академии наук СССР есть несколько научных институтов специализированного почвовед-

ческого профиля: в Пущино под Москвой, Новосибирске, Ташкенте и Алма-Ате. Почвоведы работают и в других академических институтах — геологических, биологических, химических, микробиологических.

ВАСХНИЛ имеет разветвленную сеть научно-исследовательских институтов почвоведения и агрохимии во главе с Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в Москве. Такие институты есть в Харькове, Минске, Ереване, Тбилиси, Кишиневе, Фрунзе, Ашхабаде и других городах. Кроме того, почвоведы работают на опытных станциях, в научно-исследовательских институтах сельскохозяйственного профиля.

У Госагропрома своя система: обширная агрохимическая служба, где нужны специалисты-почвоведы; разветвленная сеть проектно-изыскательских институтов по землепользованию и землеустройству, ведущих почвенно-картографические работы. Все эти учреждения оснащены современными лабораториями для исследования физических и химических свойств почв. В своей работе они используют материалы аэрофотосъемки и космической съемки поверхности Земли.

Министерство мелиорации и водного хозяйства использует почвоведов в обширной сети своих проектно-изыскательских институтов для работ по обоснованию проектов водохозяйственного строительства.

Госкомгидромету почвоведы нужны для организации и проведения работ по контролю загрязнения почвенного покрова. Специалистов-почвоведов такого профиля последнее время стали часто приглашать и крупные предприятия министерств черной и цветной металлургии, химической промышленности, энергетики, обязанность которых заботиться о качестве окружающей среды.

Госкомлесхоз использует почвоведов в работах по повышеиию продуктивности лесов, в лесоустроительных и агролесомелиоративных работах, тоже преимущественно через систему своих проектиоизыскательских иститутов.

Итак, поле деятельиости почвоведа очеиь широкое, буквальио в любой отрасли иародиого хозяйства. Те, кто имеет склоииость и способность к научному творчеству, иайдут свое место в иаучиых учреждеииях по почвоведеиию. Те, кому ие терпится поскорее увидеть реальиые плоды своего труда, пойдут в проектиые учреждения. Ромаитики, путешественииики, иепоседы займутся почвеино-географическими работами, а домоседы — лабораториыми. Как говорится, выбор на все вкусы.

Большинство почвоведов, особеино старшего, «докучаевского» поколеиия, — это универсалы: они и путешествеииики, и тоикие лабораториые работиики. Специальиая литература по почвоведеиию иасыщеиа и скрупулезиыми полевыми описаниями, и результатами сложиейших лабораториых аиализов. Правда, сейчас универсалом быть все трудиее. Современиые почвеиные лаборатории оснащаются сложной техникой — спектографами, хроматографами, реитгеновскими аппаратами, электронными микроскопами, атомио-адсорбциоииыми аиализаторами, аппаратами для дешифрироваиия космических снимков. Поэтому рядом со специалистами по почве работают физики, химики, математики. Но результаты точиейших исследоваиий должеи проаиализировать, поиять и виедрить в практику только почвовед. А для этого иужио очеиь много знать, упорио учиться, постигая все премудрости иауки. Только так можио стать Природоведом с большой буквы, каким был основатель почвоведения В. В. Докучаев — великий учеиый иашей страиы.



Борис Георгиевич Розанов

Живой покров земли

ДЛЯ ДЕТЕЙ
И ЮНОШЕСТВА

Содержание

Художник
А. Б. Семаков

Заведующий редакцией
А. А. Чуба

Редактор
Н. Н. Габисония

Мл. редактор
Л. М. Сазонова

Художественный редактор
В. П. Храмов

Технический редактор
Е. А. Ревич

Корректор
Л. В. Яковлева

ИБ № 1426
Сдано в набор 26.06.88. Подписано в печать 03.11.88. Формат 70×100 1/32. Бумага офсетная № 1. Гарнитура школьная. Усл. печ. л. 5,2. Уч.-изд. л. 5,24. Усл. кр.-отт. 21,28. Тираж 188 000 экз. Заказ № 2272. Цена 35 коп.
Издательство «Педагогика» Академии педагогических наук СССР и Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 107847, Москва, Лефортовский пер., 8. Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 170024, г. Калинин, пр. Ленина, 5.



94

35 коп.

Читайте
следующую
книгу
серии
«Ученые —
школьнику»!

●

Что такое океанология?

●

Почему океан важен для всех?

●

Какими будут научно-исследовательские суда XXI века?

●

Что такое апвеллинг?

●

Почему светятся волны?

●

Обо всем этом и многом другом вы узнаете, прочитав книгу доктора технических наук Н. В. Вершинского «Загадки океана».



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПЕДАГОГИКА»